

Klaus Schlenzig

Mehrzweck-Wechselsprechanlage DIALOG

Bauplan Nr. 2

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

Die Bauplanreihe soll unseren Jugendlichen den Anstoß geben, sich mit Problemen der Elektrotechnik, der Funktechnik und der Elektronik zu beschäftigen, ihre vielfältigen Möglichkeiten kennen- sowie die einzelnen Techniken beherrschen zu lernen. Pionier- und schulische Arbeitsgemeinschaften werden durch diese Baupläne Anregungen zum Bau von Anlagen und Geräten bekommen, den Zirkeln Junger Techniker sowie den Radioklubs der GST bieten sie Unterstützung bei der Vermittlung polytechnischer Kenntnisse.

1.1. Möglichkeiten der Nachrichtenübermittlung

Schon immer war der Mensch bestrebt, Informationen über größere Entfernungen oder unter Bedingungen weiterzugeben, bei denen die Stimme allein versagt. So sind bereits aus dem Altertum „optische Telegrafen" bekannt, die mit Lichtreflexen oder Flammenzeichen arbeiteten. Die Elektrotechnik verbesserte diese Möglichkeiten beträchtlich. Zu ihren ersten nachrichtentechnischen Anwendungen zählte der Telegraf, dessen Drahtverbindungen später auch die Einführung des Telefons erleichtert haben dürften. Die Funktechnik schließlich ermöglichte Telegrafie und Telefonie durch den Raum.
Doch auch die Drahtverbindung behielt ihre Berechtigung. Aufwand, Entfernung, Teilnehmerzahl, technische Möglichkeiten und andere Faktoren bestimmen das jeweils zweckmäßigste Verfahren der Nachrichtenübermittlung. Eine Verbindung „per Draht" ist also auch heute keineswegs unmodern. Moderner und komfortabler aber als der Telefonhörer kann sehr oft der Einsatz eines Lautsprechers sein. Vom Prinzip her ein „Telefon", wird eine solche Anlage interessant für die verschiedensten Zwecke.

1.2. Der Sinn von Wechselsprechanlagen

Zwei umkehrbare Schallwandler (meist Lautsprecher), an zwei verschiedenen Orten aufgestellt, durch eine Leitung verbunden und mit einem umschaltbaren Verstärker versehen, bilden eine Wechselsprechanlage. Jeder Lautsprecher wirkt wahlweise als Mikrofon oder wieder als Lautsprecher. Verzicht auf Umschaltung vereinfacht und verbilligt; und auch dies hat Sinn. Über einen Wähler kann man in einer Anlage ein- und zweiseitige Verbindungen koppeln und erhält eine „Mehrzweckanlage" von immer noch relativ geringen Entstehungskosten. (Industriell gefertigte Anlagen dürften für den Werktätigen kaum erschwinglich sein!) Wofür braucht man sie?
Man befreie sich zunächst von einem Komplex, der folgendes besagt: „Unsere Zeit ist noch nicht reif für technischen Luxus. Andere Länder sind da schon weiter . . ." Warum eigentlich?
Ist es „Luxus", wenn an einigen Winterabenden in einer **LPG** die akustische Überwachung des Stalles (besonders für die Nacht) in Angriff genommen wird?
Muß der **Wachhabende** eines VEB immer unterwegs sein und dunkle Elemente dadurch vorzeitig warnen, wenn er in Ruhe von der Pförtnerloge aus kritische Punkte überwachen kann, indem er sie belauscht? Luxus oder Zweckmäßigkeit?
Läßt sich nicht der Wirkungsgrad der **Schießsportausbildung** erhöhen, wenn der Schütze sofort aus dem Lautsprecher seine Ergebnisse hört, ohne daß er seine Lage verändern muß?
Kann nicht sogar bei **militärischen** oder **Geländesportübungen** die „Horchstelle" einen Vorposten ersetzen?
Warum soll die Telefonanlage großer **Dienststellen** oder auch kleiner Betriebe mit häufigen Gesprächen zwischen zwei Räumen einer Abteilung (Vorzimmer – Chef z. B.) überlastet werden, wenn eine Wechselsprechanlage für nur 100,– DM Materialkosten helfen kann? Und ist es tatsächlich nur „Luxus", wenn wichtige Telefongespräche durch magnetische Einkopplung (**Telefonverstärker**) in die Anlage für einen größeren Kreis sofort hörbar gemacht werden?
Hilft der **PGH** nicht eine Sprechverbindung zwischen **Werkstatt** und **Verkaufsraum?**
Und warum soll es „Luxus" sein, wenn ein lötkolbenbewanderter Familienvater sich für 75,– DM die Möglichkeit schafft, das Baby im Kinderzimmer zu überwachen. Gewiß, der hierfür geprägte Begriff **„elektronischer Babysitter"** stammt aus einem anderen Land. Doch unsere Babies dürften kaum ruhiger sein!
Ist es für den Nebenstellenteilnehmer nicht mehr als „Spielerei", wenn er ein Gespräch abwickeln kann, ohne die Arbeit aus den Händen zu legen?
Die Bequemlichkeit einer **Türsprechanlage** auch in älteren Häusern – nur „Luxus"?
Die in diesem Bauplan beschriebenen Anlagen ermöglichen all diese Anwendungen, denn sie sind klein, handlich, netzunabhängig und unkompliziert im Nachbau.

2. Voraussetzungen

Dies ist der zweite Bauplan der Reihe „Original-Typenbaupläne" des Deutschen Militärverlages. Nicht jeder seiner Leser wird bereits Nr. 1 erworben haben. Es erscheint deshalb sinnvoll, einen Teil der dort gegebenen allgemeinen Einführung, entsprechend abgewandelt, zu wiederholen.

2.1. Werkzeug

Wichtigstes „Werkzeug" sind handwerkliche Fähigkeiten. Dazu zählt die Kenntnis des Umganges mit dem Lötkolben. Er sollte höchstens 100 W Leistung aufnehmen. Daneben benötigt man noch das in allen Fachgeschäften erhältliche Fadenlötzinn mit Kolophoniumfüllung, aus der Drogerie etwas Spiritus und von dort oder aus dem Musikwarengeschäft Kolophonium. Hinzu kommen eine Flachzange, eine alte Schere oder besser ein Seitenschneider, Schmirgelleinen, ein Messer und vielleicht noch ein Glaspinsel aus dem Papierwarengeschäft.
Eine Laubsäge dürfte vorhanden sein. Für das in Frage kommende Material (Hartpapier, Kunststoff, Holz) werden Metall- und Holzsägeblätter benötigt.
Nützlich ist eine kleine Handbohrmaschine, denn ein Drillbohrer wird auf die Dauer etwas unpraktisch. Schließlich braucht man noch einige Feilen und einen Schraubstock. Bild 1 faßt einen Teil der genannten Gegenstände zusammen.

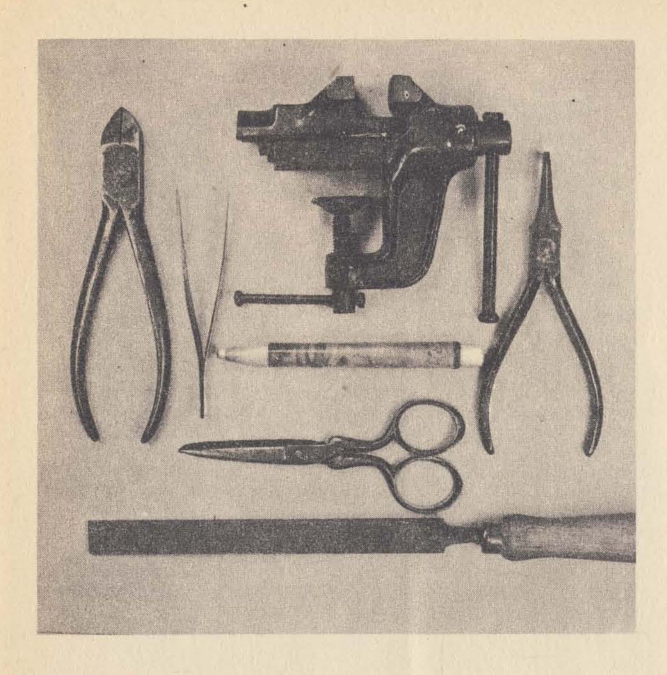


Bild 1
Für „Dialog" benötigtes Werkzeug (Teilansicht)

2.2. Das richtige Löten

Meist müssen zwei oder mehr Drähte miteinander verbunden werden, schon seltener hat man einen Draht an einem Blech zu befestigen. Immer aber bleibt Voraussetzung, daß das betreffende Metall mit den Mitteln des Amateurs lötbar ist. Das trifft unbedingt zu für Silber, Kupfer, Messing o. ä.; und mit diesen Metallen oder entsprechenden Oberflächen hat man es hauptsächlich zu tun.
Zum Weichlöten, um das es sich hier handelt, wird ein handelsübliches Zinnlot (s. o.) benutzt. Dieses geht mit den Oberflächen der zu lötenden Metalle im geschmolzenen Zustand eine Verbindung ein und bildet die leitende „Brücke" zwischen den zu verbindenden Drähten, Blechen u. ä.
Oxyde lassen sich nicht löten; und oxydiert ist praktisch jede der in Frage kommenden Oberflächen. Daher sind die betreffenden Stellen kurz vor dem Löten zu säubern (mit Glaspinsel, feinem Schmirgelleinen, Messer o. ä.).
Eine zuverlässige Lötstelle mit genügendem mechanischem Halt ist erst dann gegeben, wenn die Drähte ringsum von Zinn erfaßt sind, da nur auf diese Weise die aneinanderliegenden Teile sicher durch das Zinn verbunden werden. Daher muß man jedes Teil nach dem Säubern vorverzinnen.
Das flüssige Zinn besitzt eine Oberflächenspannung, die es an der Lötkolbenspitze haften läßt. Außerdem oxydiert seine Oberfläche. Ein geeignetes Flußmittel reduziert sowohl diese Spannung als auch die löthemmende Wirkung des Oxydes. Diese Wirkung aber ist durch den Wärmeeinfluß zeitlich begrenzt. Daher verzinnt und lötet man in Gegenwart von Flußmittel. Es ist auch nützlich, unmittelbar vor dem Löten die Kolbenspitze kurz mit Flußmittel in Berührung zu bringen. Die sich am Schaft der Kolbenspitze bildenden Verbrennungsrückstände muß man allerdings von Zeit zu Zeit entfernen. Dazu eignet sich ein am Lötkolbenständer befestigter kleiner Leinenwickel.
Ungeeignete Flußmittel enthalten aggressive Bestandteile, z. B. Salzsäure. Sie gestatten zwar das Löten ohne sorgfältige Säuberung des Metalls, doch ihre Rückstände zerfressen später langsam Lötstellen und dünne Drähte. Daher verwende man nur festes bzw. in Spiritus gelöstes Kolophonium aus der Drogerie oder der Musikalienhandlung.
Verzinnte Drähte, wie sie die meisten Bauelemente aufweisen, machen oft das Säubern über-

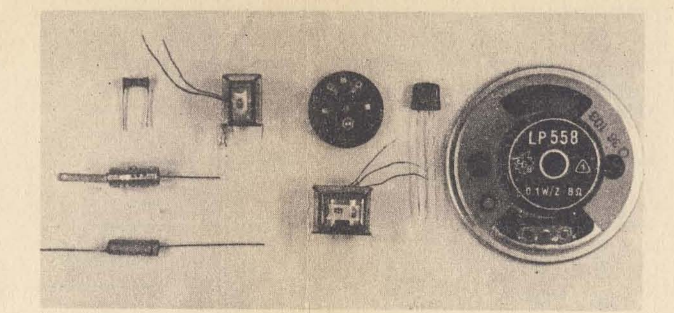


Bild 2
Elektrische Bauelemente für „Dialog": Widerstand, Elektrolyt-Kondensator, Papier-Kondensator, Übertrager K 20 und K 21, Potentiometer, Transistor der Bauform LA 25, Lautsprecher

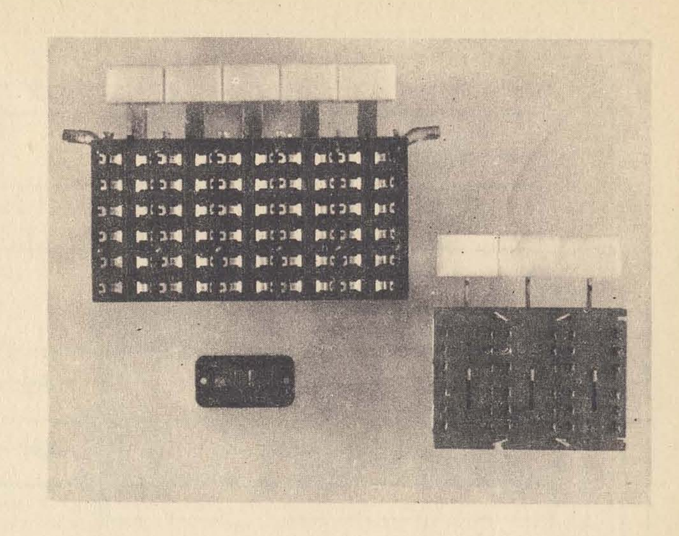
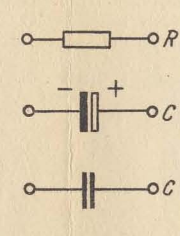
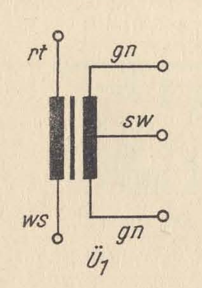


Bild 3
Für Dialog benötigte Schalter: Lanco-Schiebeschalter und Neumann MT 5 (daneben Koffer-Tastenschalter mit 3 Tasten des VEB Elektrotechnik Eisenach)





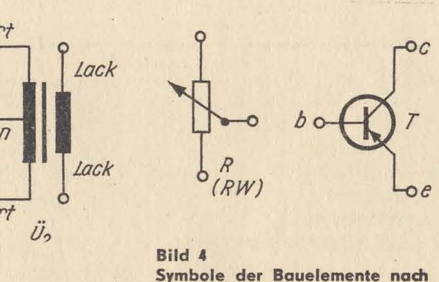


Bild 4
Symbole der Bauelemente nach Bild 2 und 3

flüssig. Auch bei ihnen aber ist es nützlich, sie kurz vor dem Löten in etwas Kolophonium frisch zu verzinnen, damit die graue Oxydhaut einer blanken, lötfähigen Oberfläche weicht.
Beim Lötvorgang selbst benutze man nur soviel Zinn, wie unbedingt gebraucht wird. Kolbenspitze nach dem Verzinnen in Kolophonium tauchen und leicht abschütteln; der Rest genügt! Zuviel Zinn gibt nicht nur unschöne Lötstellen, es kann in engen Schaltungen Kurzschlüsse bringen und gefährdet durch seine große Wärmekapazität empfindliche Bauelemente (Transistoren, Dioden) infolge Wärmeleitung. Zumindest beim Vorverzinnen dieser Teile sollte der Draht mit der Flachzange zwischen Körper und Lötstelle gekühlt werden. Mit wenig Zinn ist der Einbau dann auch ohne Kühlung möglich.
Mehr als zwei Drähte gleichzeitig zu verbinden ist eine Kunst. Eine kleine Schlaufe, von einem Draht zur Aufnahme der anderen gebildet, löst das Problem. Man kann alle Enden auch vorher entsprechend zusammenbiegen, so daß sie bereits aneinanderliegen. Verdrillen vermeide man, da es späteres Auswechseln erschwert. Der Kolben bleibt nur so lange auf der Lötstelle, bis das Zinn die Drähte umfließt. Dann wird er sofort entfernt. Das Zinn erkaltet jetzt. In dieser Zeit darf es nicht erschüttert werden, sonst entsteht eine unsichere, eine „kalte" Lötstelle. Der erstarrte Zustand läßt sich an der leicht ins Stumpf-Graue übergehenden, im flüssigen Zustand noch blank-grauen Oberfläche erkennen.

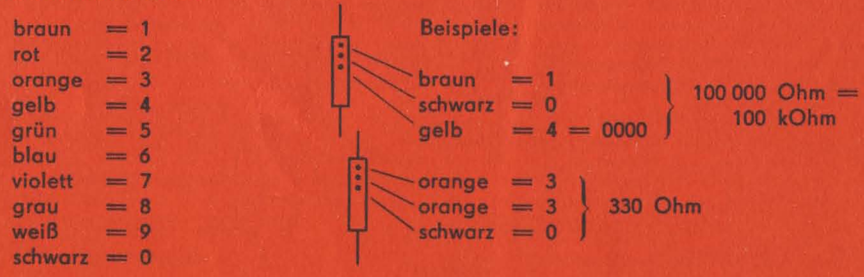
2.3. Kleine Bauelementekunde

Stellvertretend für die im Bauplan verwendeten elektrischen Einzelteile, die man Bauelemente nennt, stehen Bild 2 und 3. Die entsprechenden Symbole gibt in gleicher Reihenfolge Bild 4

wieder. Abweichungen in Bauform oder Größe ändern nichts am Grundprinzip. Daher wurde die Darstellung auf typische Vertreter beschränkt.

2.3.1. Widerstand

Mit Widerständen werden die verschiedenen notwendigen Spannungen in der Schaltung aus der Batteriespannung gewonnen. Bei anliegender Gleich- oder Wechselspannung fließt in ihnen ein Strom, dessen Stärke sich nach dem Ohmschen Gesetz $I = \frac{U}{R}$ aus angelegter Spannung und Wert des Widerstandes berechnen läßt.
Im Verstärker werden Kohleschichtwiderstände benutzt. Je größer sie sind (räumlich gesehen), um so höher kann man sie belasten, denn anliegende Spannung und durchfließender Strom erzeugen in ihnen Wärmeleistung: $P = U \cdot I$. In der vorgestellten Anlage genügen die kleinsten: $^1/_{20}$- oder $^1/_{10}$-($^1/_8$-)W-Typen. Ihre Kennzeichnung besteht meist aus einem Farbcode: Drei Farbpunkte geben den Wert, ein oder zwei weitere die Toleranz an, die in diesem Falle weniger interessiert. Randnächster Punkt: erste Ziffer, zweiter Punkt: zweite Ziffer des Wertes (bei der alten Gruppierung nach DIN steht hier meist eine Null), dritter Punkt: Zahl der restlichen Nullen. Die Farbskala lautet:



Die Angabe des Widerstandswertes erscheint oft merkwürdig: 27 kOhm, 39 kOhm usw. bezeichnen Widerstandswerte, die sich im vorliegenden Falle ohne weiteres durch die früher gebräuchlichen 25 oder 30 kOhm im ersten und 40 kOhm im zweiten Falle ersetzen lassen. Die neuere Reihe der „krumm" erscheinenden Werte hat Fertigungsgründe (Frage der Ausbeute bei bestimmtem, zugelassenem Toleranzbereich, d. h. Abweichung des wahren Wertes von der Angabe auf dem Widerstand, dem „Nennwert") und ist international gebräuchlich.
Widerstände, von deren Wert man außen beliebige Teilwerte abgreifen kann, heißen Potentiometer oder Regler. In der beschriebenen Anlage wird der kleine Knopfregler ohne angebauten Schalter benutzt.

2.3.2. Kondensator (Kurzzeichen C, Dimension Farad = F)

Bezüglich der Wertereihen gilt die bei den Widerständen gegebene Erklärung. Die Formen und Werte dieses grundsätzlich aus zwei voneinander isolierten metallischen Flächen bestehenden Bauelementes sind nach dem Einsatzfall und dem Aufbauprinzip verschieden. Hohe zulässige Spannungen bedingen größeres Volumen. Die beschriebenen Empfänger kommen jedoch mit sehr niedrigen Spannungen aus.
Ein Kondensator ist, grob gesagt, für Gleichstrom undurchlässig und für Wechselstrom um so „durchlässiger", je größer seine Kapazität C und je höher die Frequenz (= Zahl der Richtungswechsel des Stromes in der Sekunde, gemessen in Hertz, Hz).

Im Gerät kommen zur Kopplung der Tonfrequenzspannungen an die Transistoren Papierkondensatoren (z. B. Duroplast oder Gewaplast) oder Keramikkondensatoren (Epsilan) für den oberen Sprachfrequenzbereich sowie Elkos zur Kopplung im gesamten Hörbereich und zur Ableitung unerwünschter Stör-Wechselspannungen in Frage. Die Größenordnungen: einige 10 nF (1 nF = 1 Nanofarad = 1000 pF, d. h. Pikofarad, = 10^{-9} F) für Papier und Keramik (braune Kennfarbe gilt für Epsilan), einige μF (= Mikrofarad = 10^6 pF = 10^{-6} F) für Elkos (= Elektrolyt-Kondensatoren, Aluminiumgehäuse).

2.3.3. Spule (Kurzzeichen L, Dimension Henry = H)

Isolierte Drahtwindungen, bei größeren Werten mit speziellen Kernen (heute meist Ferrite, für Niederfrequenz vorwiegend spezielle Blechsorten) bestreichen das große Gebiet von der tiefsten Niederfrequenz, die man schon nicht mehr als Ton wahrnimmt, bis zu den sehr hohen Frequenzen des UKW-Bereiches. Je höher die Frequenz, um so kleiner ist die Spule bzw. um so weniger Windungen besitzt sie. Quadratisch mit der Zahl der Windungen steigt nämlich die Induktivität, d. h., 2 w ergeben 4 L. Induktivität bedeutet, daß die Spule, obwohl für Gleichstrom durchlässig (vom möglichst niedrigen Gleichstromwiderstand des Drahtes abgesehen), dem Wechselstrom einen um so größeren Widerstand entgegensetzt, je höher dessen Frequenz ist und je mehr Windungen die Spule aufweist.

Im vorliegenden Bauplan werden an solchen „Wickelgütern" nur Niederfrequenzübertrager gebraucht. Schickt man in ihre erste Wicklung einen Wechselstrom, so baut sich im Kern (Blechpaket) ein magnetisches Wechselfeld auf, das in der zweiten Wicklung eine Wechselspannung erzeugt, deren Höhe von der ersten Spannung, multipliziert mit dem Windungszahlverhältnis beider Wicklungen, abhängt (Transformator). Da im gleichen Verhältnis der in einen Widerstand geschickte Strom durch einen solchen Übertrager verändert wird, „paßt" man Widerstände mit Hilfe von Übertragern an Quellen mit anderem Innenwiderstand „an". Das geschieht hier zwischen Endstufe und (niederohmigem) Lautsprecher. Im Rufgenerator wird die Phasendrehung (Änderung der Polarität) der Spannung zwischen zwei Wicklungen zur Schwingungserzeugung ausgenutzt. Die niederohmige Wicklung paßt die Lautsprecher an diesen Generator an.

2.3.4. Halbleiter

Zu diesen „passiven" Elementen gesellt sich der „aktive" Transistor. Mit ihm kann man verstärken, Schwingungen erzeugen und (für Hochfrequenz interessant) auch gleichrichten. Physikalisch ähnlich dem Transistor, doch ohne Verstärkerwirkung ist die Halbleiterdiode. Für die Nebenstelle benötigt man einen Flächengleichrichter, dessen spannungsabhängiger Durchlaßwiderstand für einen bestimmten Zweck ausgenutzt wird (s. direkt).
Weitere Hinweise zum Transistor folgen unter 2.4.1.

2.3.5. Schallwandler

Schallwandler setzen elektrische Energie in mechanische (akustische) Schwingungen um oder wandeln akustische Schwingungen in elektrische Spannung. Zur ersten Gruppe gehören Kopfhörer und Lautsprecher, zur zweiten alle Mikrofone. Ein Lautsprecher kann aber auch zum Mikrofon werden. Die Schwingspule befindet sich im Feld des Lautsprechermagneten. Sie bewegt sich und führt diese Bewegung der Membran zu, die damit die umgebende Luft bewegt, sobald ihr (der Spule) ein elektrischer Strom zugeführt wird. Die Bewegungsrichtung bestimmen Windungssinn, Magnetpol und Stromrichtung. Sie bewegt sich aber auch, wenn auf die Membran Schall auftrifft. In diesem Falle „schneidet" die Spule Kraftlinien des Magneten. Es entsteht in ihr eine Spannung, deren Polarität von Bewegungsrichtung, Windungssinn und Magnetpol abhängt. Wechselströme erzeugen Schallschwingungen, Schallschwingungen Wechselspannungen. Damit wird klar, warum man einen Lautsprecher prinzipiell sowohl an den Ausgang (als Lautsprecher) als auch an den Eingang (als Mikrofon) eines Verstärkers anschließen kann. Die auftreffende Schallenergie ist meist sehr klein, daher entstehen nur kleine Spannungen (Größenordnung mV). Man muß sie verstärken. Der am Verstärkerausgang angeschlossene Lautsprecher erhält – über einen Ausgangstrafo angepaßt – dagegen einen relativ großen Wechselstrom (Größenordnung bis zu einigen 10 mA). Entsprechend hoch ist die abgestrahlte Schallenergie.
Trifft von dieser Schallenergie ungewollt ein Teil wieder auf den Eingangslautsprecher (d. h. das „Mikrofon"), so wird er verstärkt und gelangt wiederum, mit größerer Amplitude, auf den Eingang. Schließlich (und das geht sehr schnell!) ist ein Heulton zu hören. Seine Frequenz hängt ab von den elektrischen Daten der Anordnung. Die akustischen Verhältnisse des Raumes beeinflussen die Schwingneigung. Es erregt sich immer der Ton, für den die Bedingungen des Aufschaukelns am günstigsten sind. Wird ein Verstärker mit Lautsprecher und Mikrofon in demselben Raum betrieben, so kann diese „akustische Rückkopplung" nur durch entsprechend geringere Verstärkung und günstig gewählte Aufstellungsorte unterbunden werden.

Die im Bauplan empfohlenen Lautsprecher besitzen einen niedrigen Wechselstromwiderstand, denn ihre Schwingspulen (Induktivitäten!) weisen nur relativ wenig Windungen auf. Für Betrieb als Lautsprecher, wo es auf ein Maximum an abgestrahlter Energie ankommt, enthält der Verstärker daher einen Anpassungsübertrager. Auch für Mikrofonbetrieb wäre er sinnvoll. Hier wird jedoch darauf verzichtet, denn ein zusätzlicher Transistor ist billiger und bringt noch etwas mehr Gesamtverstärkung. Schließlich wird der Eingang auf diese Weise unempfindlich gegen magnetische Verkopplungen. Je nach Konstruktion reagieren Lautsprecher auf ein mehr oder weniger großes Frequenzband. Der kleine, billige LP 558 ist in dieser Hinsicht nicht besonders „gut". Im Verstärker können aber Gegenmaßnahmen getroffen werden, die das zum Teil ausgleichen. Dadurch erreicht man wieder bessere Sprachverständlichkeit (Einzelheiten s. im weiteren Text).

2.3.6. Schalter

Schalter gibt es für die verschiedensten Ströme und Spannungen, spezielle Schalter für Hochfrequenz (HF) und andere, die vom Aufbau her nur bei niedrigen Frequenzen und Gleichstrom

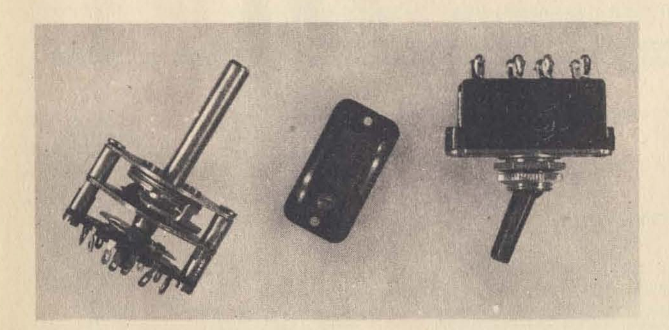


Bild 5
Einige gebräuchliche Schaltertypen: Kipp-, Schiebe-, Stufenschalter

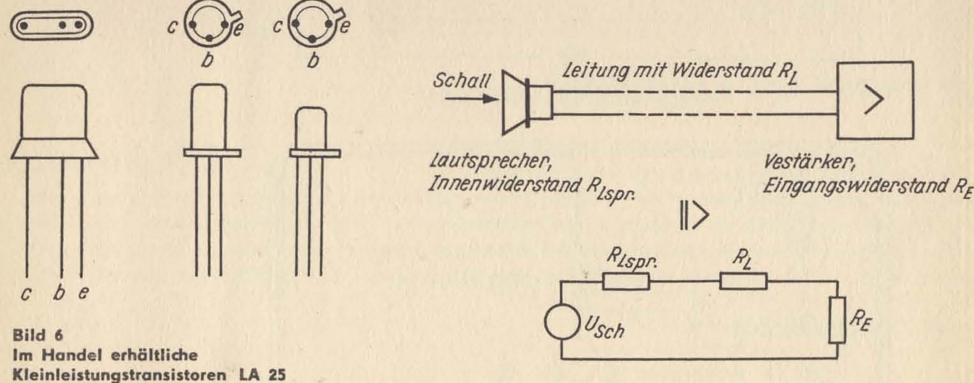
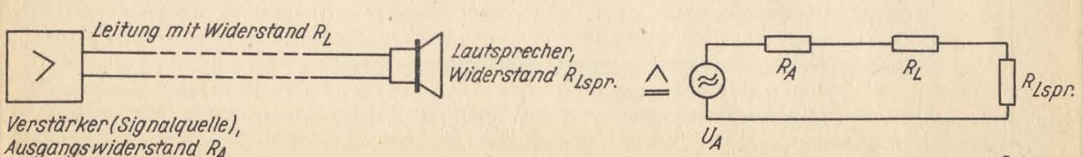


Bild 6
Im Handel erhältliche Kleinleistungstransistoren LA 25 und LA 50, flache Bauform, LA 50, runde Bauform (NF-Typen), LA 30 (HF-Typ, aber für NF gut verwendbar); Anschlüsse

Bild 7
Ersatzschaltung für einen Lautsprecher als Mikrofon, der über eine Leitung an einen niederohmigen Eingang angeschlossen wird

Bild 8
Ersatzschaltung für einen Lautsprecher an einer Leitung



verwendbar sind. Von der Betätigung her unterscheidet man Kipp-, Schiebe-, Dreh- (Stufen-), Tastenschalter u. a. m. (Bild 5). Im vorliegenden Bauplan wird nur von Schiebeumschaltern und von mehrpoligen Tastenschaltern Gebrauch gemacht.
Den Schiebeumschalter der Fa. Langlotz & Co. (Einbauschiebeschalter Nr. 760 U oder 761 U) nutzt man bezüglich seiner zulässigen Strom- und Spannungswerte hier nicht voll aus. Die flache Bauform, seine Kleinheit und erprobte Zuverlässigkeit auch bei kleinen Strömen und Spannungen sind jedoch für „Dialog" sehr günstig. Dieser Schalter schließt in jeder Stellung je einen angeschlossenen Stromkreis, während ein an das andere Kontaktpaar angeschlossener Kreis für diese Zeit einpolig geöffnet ist. Man spricht daher von einem einpoligen Umschalter.
Der Miniatur-Schiebetastenschalter MT 4 der Fa. Neumann kombiniert 4 Schaltergruppen zu je 3 Ein- und 3 Ausschaltkontakten (Angabe bezieht sich auf „gedrückte Taste"). Jede Taste löst jede andere aus, wenn sie gedrückt wird (es sind auch unabhängig voneinander wirkende im Handel, die hier jedoch nicht verwendet werden sollten). Diese Schalter gibt es außer für 4 auch für 3, 5, 6 Tasten usw. bis zu 10 Tasten. Man kann mit ihnen vielseitige Programme schalten. Die Zahl der Möglichkeiten ist groß. Man bedenke, daß man ein Signal auch über mehrere Tasten führen kann. Ein Ein-Zustand läßt sich außer durch Drücken einer Taste auch durch Auslösen einer anderen herstellen (auf der dann ein Aus-Kontakt im ausgelösten Zustand Ein-Kontakt ist). Vom Standpunkt der hier behandelten Anlagen ist im Schaltprogramm der MT 4 mit einander auslösenden Tasten und je 3 Ein- und 3 Aus-Kontakten je Taste sehr günstig, auch bezüglich des Einbaus in das vorgeschlagene Gehäuse.
Vorteilhafter für andere Zwecke und mit etwas Umdenken auch für die Anlagen der „Dialog"-Reihe verwendbar ist der Koffer-Tastenschalter Typ 0642.204—00003 des VEB Elektrotechnik Eisenach, der in letzter Zeit häufig angeboten wurde. Sein Nachfolger (etwa gleiche Maße, aber mehr Kontaktmöglichkeiten) nach TGL 64-2035 („Tastensatz B 3 TGL ..." oder noch besser „B 4 ...") bietet in dieser Hinsicht noch größere Anwendungsvielfalt.
Einer der genannten Schaltertypen wird sich immer beschaffen lassen. Tastenschalter sind zeitgemäßer und praktischer als Stufenschalter, die man durch Drehen zu betätigen hat. Sie bestimmen das „Gerätegesicht" wesentlich mit.
Diese kurze Bauelementevorstellung hat zwar einiges erklären können, doch ebenso viele Fragen sind sicher noch offen. Den Bau der beschriebenen Anlagen wird das wenig behindern, und die Fragen finden beim Studium der am Schluß zusammengefaßten Literatur sicher eine nach der anderen ihre Klärung.

2.4. Schaltungen

Vom Sinn einer Wechselsprechanlage wurde bereits unter 1.2. genügend gesprochen. Im folgenden werden 4 Varianten vorgestellt,

2.4.1. Grundaufbau

Der schaltungstechnische Grundaufbau wird in den 3 ersten Varianten in gleicher Weise benutzt. Er besteht aus einem Vorverstärker mit umschaltbarem Frequenzgang (2 Transistoren), einer Gegentakt-B-Endstufe (2 Transistoren) und einer Treiberstufe (1 Transistor) davor. Der Vorverstärker soll von der Endstufe her über den Batterie-Innenwiderstand nicht beeinflußt werden (Schwingerscheinungen, Knurren usw.). Daher „siebt" man die Gleichspannungszuführung zu den ersten Stufen mit Widerstand und nachgeschaltetem Elko von 50 oder 100 μF.

Beim Nachbau ist zu beachten, daß jeder Transistor einen anderen Verstärkungsfaktor aufweist. Optimaler Betrieb ergibt sich erst, wenn diesem die zugehörigen Widerstände in der Schaltung angepaßt sind. Die Schaltungen enthalten Richtwerte und gleichzeitig Hinweise, wie bei unbefriedigender Wiedergabe durch Änderungen das Optimum erreicht werden kann, ohne daß man dazu den Transistor gemessen haben muß. Hauptsache ist, daß er überhaupt funktionsfähig ist. Zur Weiterbildung auf dem Gebiet der Transistortechnik wird im Anhang Literatur empfohlen, nach der sich z. B. auch einfache Transistortester für das Auslesen beim Kauf billiger Transistoren aufbauen lassen.
Wichtig ist beim Transistor noch zu wissen, daß in den vorliegenden Schaltungen die drei Elektroden folgende Funktion haben:

Emitter – gemeinsame, an „Masse“ liegende Elektrode
Basis – Steuerelektrode (Eingang); sie erhält einen entsprechenden „Arbeitspunktstrom“ über einen Widerstand
Kollektor – Ausgangselektrode; über Widerstand oder Übertragerwicklung liegt die „Arbeitspunktspannung“ an. Der Ausgangsstrom schwankt entsprechend dem kleineren Basis-(Steuer-)Strom, so daß vom Kollektorwiderstand her der nächsten Stufe eine verstärkte Spannung zugeführt oder über einen Ausgangstrafo verstärkter Strom und verstärkte Spannung als „Ausgangsleistung“ an den Verbraucher (z. B. Lautsprecher) weitergegeben werden.

Die Lage der Elektroden für die im Handel befindlichen Bauformen von NF-Kleinleistungstransistoren ist aus Bild 6 ersichtlich.

Nun zur Endstufe einige kurze Erläuterungen: A-Endstufe nennt man eine Schaltung, in der ein einziger Transistor die ganze Schwingung eines Tonfrequenz-Kurvenzuges möglichst unverzerrt verstärkt und dem Lautsprecher zuführt. Bei der im vorliegenden Bauplan verwendeten B-Endstufe wird diese Schwingung halbiert; die Halbwellen gelangen über zwei verschiedene Transistoren zum Lautsprecher. Auf diese Weise sind mit Kleinleistungstransistoren erheblich größere Sprechleistungen zu erreichen. Dafür braucht man natürlich mehr Steuerleistung, was eine Treiberstufe mit einem dritten Transistor erforderlich macht. Ein Treibertrafo führt dann jedem Transistor seine Halbwelle angepaßt und im richtigen Sinne zu. – Erwähnt wurde oben der umschaltbare Frequenzgang. Unter 2.3.2. war zu lesen, daß ein Kondensator höheren Frequenzen einen geringeren Widerstand entgegensetzt als niedrigen. Mit dem Eingangswiderstand der folgenden Stufe bildet ein Koppelkondensator daher einen frequenzabhängigen Spannungsteiler. Im gewünschten Frequenzbereich soll sich dies aber noch nicht auswirken. Wird hier jedoch absichtlich ein in der Kapazität kleinerer Kondensator eingesetzt, so bemerkt man hinter dem Verstärker (im Lautsprecher), daß die höheren Frequenzen besser wiedergegeben werden als die tiefen. Das hat in der Wechselsprechanlage mehrere Vorteile. Einmal haben höhere Frequenzen eine größere Richtwirkung. „Diffuse“ Raumgeräusche werden also gegenüber dem Sprecher, der in Richtung Lautsprecher spricht, wirksam gedämpft. Auch tragen die höheren Sprachfrequenzen wesentlich zur Silbenverständlichkeit bei. Außerdem liegen die Eigenresonanzen mittlerer Wohn- und Arbeitsräume bei tieferen Tonfrequenzen; sie werden jetzt also unterdrückt und können damit die Verständlichkeit kaum noch beeinträchtigen. Schließlich schiebt sich auch die Lautsprecher-Eigenresonanz (liegt bei 300 bis 400 Hz) aus dem bevorzugten Übertragungsbereich – ein Faktor mehr zur guten Verständlichkeit. Bei Bedarf kann jedoch (für Spezialfälle) mit einem zuschaltbaren, größeren Kondensator (Elko) der Frequenzbereich nach unten hin erweitert werden. Damit nimmt auch die Gesamtverstärkung zu, da sich der Spannungsabfall über dem Koppelkondensator jetzt vernachlässigen läßt. Der Nachteil des LP 558 (seine niedrige obere Grenzfrequenz) ist so für „verwöhnte“ Ansprüche nicht völlig zu kompensieren. Außerdem betont die Verwendung gleicher Typen an Ein- und Ausgang die Eigenresonanzen, wodurch die Verständlichkeit schlechter wird. Preis und geringe Einbautiefe sprechen jedoch für den LP 558. Unter 2.4.6. werden aber auch Lösungen für höhere Übertragungsgüte angedeutet.

Die Grundschaltung erhält von einem entfernt (z. B. in einem anderen Raum) aufgestellten Lautsprecher eine kleine NF-Spannung über ein zweiadriges Kabel niederohmig zugeführt. Leitungslänge und Drahtdurchmesser bestimmen den Spannungsabfall auf der Leitung, der um so größer ist, je niederohmiger sie am Ende abgeschlossen wird. Der Verstärker-Eingangswiderstand muß aber aus zwei Gründen relativ niederohmig gemacht werden. Er nimmt sonst Brumm (vom Lichtnetz) oder den Ortssender auf (**Gleichrichtung am Eingang, Programm hörbar!**). Zur Einsparung eines teuren Übertragers wird daher die Leitung mit einem Widerstand von etwa 100 Ohm (oder etwas mehr) abgeschlossen. Dieser Widerstand liegt also parallel zum Verstärkereingang. Er schließt die relativ „hochohmig“ induktiv und kapazitiv einfallenden Fremdspannungen wirksam kurz und ist doch noch genügend groß, um die vom niederohmigen „Generator“ (Lautsprecher) bei Einfall von Schall abgegebene Spannung nicht zu stark zu reduzieren.

Auch in umgekehrter Richtung muß man mit Verlusten rechnen. Hier teilt sich die Spannung (und damit die zum entfernt aufgestellten Lautsprecher geschickte) „Sprechleistung“ in Leitungs- und Lautsprecherwiderstand. Die Bilder 7 und 8 zeigen für beide Richtungen die Ersatzschaltungen. Praktisch können schon mit sogenanntem Klingeldraht von etwa 0,6 mm Durchmesser 100 m mühelos überbrückt werden. Bei maximaler Ausnutzung der Endstufe wäre wegen der verwendeten Teile („Sternchen“-Übertrager und -Lautsprecher) eine Betriebsspannung von 9 V notwendig. Die Praxis hat aber gezeigt, daß mit 6 V bereits ausreichende Sprechleistungen erzielbar sind. Außerdem werden die Transistoren nicht überlastet; man muß also keine besonderen Maßnahmen bezüglich höherer Temperaturen treffen. Schließlich garantieren die empfohlenen 3 in Serie zu schaltenden Trockenakkus RZP 2 infolge ihrer Spannungskonstanz über die gesamte Lebensdauer eine gleichmäßige Verstärkung, die man am Regler nur einmal den Verhältnissen anpassen muß. Der niedrige Innenwiderstand der Kondensatoren erlaubt außerdem einen relativ kleinen Siebkondensator für die Vorstufen.

Eine Bemerkung noch zur Wahl der Transistoren: Eine Sprechverbindung stellt keine so großen Ansprüche an Klangqualität und Rauschen wie ein Empfänger. Dennoch ist zu empfehlen, sich für die Endstufe ein „Pärchen“ zu beschaffen und für die erste Stufe den rauschärmsten der drei übrigen Transistoren zu benutzen. An ihre Stromverstärkung werden keine allzu hohen Forderungen gestellt. Die bisherige Erfahrung lehrte übrigens, daß beim LA 30 eine größere Wahrscheinlichkeit höherer Stromverstärkung und kleinen Rauschens zu erwarten ist als bei den etwas billigeren LA 25 und LA 50. In der beschriebenen Schaltung kann man ohne weiteres auch aus 2 LA 30 ein Pärchen bilden (wenn man über entsprechende Meßmittel verfügt), das bei 6 V noch keineswegs überlastet wird.

Die Schaltung der Grundanlage zeigt Bild 9.

Zur Bedienung ist wenig zu sagen. Die Übertragung läuft in einer einzigen Richtung ab. **Anwendungen:** Überwachung beliebiger, von Geräuschen begleiteter Vorgänge, z. B. „elektronischer Rundgang“ beim Betriebsschutz (dabei werden wahlweise verschiedene Hörstellen an den Verstärker angeschlossen) und „elektronischer Babysitter“, d. h. akustische Überwachung des Kinderzimmers. Weitere Anwendungen entnehme man 1.2.

Bei dieser Ein-Richtungs-Verbindung genügt ein Einschalter. Der „elektronische Rundgang“ benötigt noch einen Tastenwähler für die verschiedenen Hörstellen. Er kann zusammen mit 4 Monozellen in einem größeren Gehäuse untergebracht werden. Die Monozellen stellen für Dauerbetrieb eine sehr wirtschaftliche Lösung dar (etwa 300 Betriebsstunden für 2,68 DM!). Der geringe Stromverbrauch der Anlage erlaubt aber wirtschaftlichen Betrieb auch mit den Trockenakkus (mit ihnen sind etwa 100 Betriebsstunden zu erreichen, wenn nicht laufend größere Lautstärken erforderlich werden).

Schließt man an den Eingang statt des entfernt aufgestellten Lautsprechers eine Kopfhörerkapsel ohne Membran an, so kann mit dieser dem Telefon an geeigneter Stelle induktiv soviel Energie entnommen werden (ohne daß ein nicht gestatteter Eingriff erforderlich wird), daß damit der Lautsprecher voll ausgesteuert werden kann. Dabei darf das Mikrofon des Telefons dem Lautsprecher nicht zu nahe kommen, sonst entsteht wieder akustische Rückkopplung. Notfalls ist die Verstärkung am Regler etwas zu verringern.

Mit einer solchen Einrichtung kann man nicht nur mehrere Personen als Hörende an einem Telefongespräch teilnehmen lassen, sondern sie können auch antworten, da das Mikrofon des Telefons von in der Nähe stehenden Personen meist noch genügend Energie aufnimmt.

2.4.2. Anlage mit Haupt- und Nebenstelle

Mit Hilfe eines MT 3 von Neumann oder eines entsprechenden Exemplars des VEB Elektrotechnik Eisenach (s. 2.3.6.) wird der Grundaufbau zur Wechselsprechanlage mit einer Nebenstelle. Über die dritte Taste (Schalter mit weniger als 3 Tasten sind nicht im Handel) kann entweder die obenerwähnte Hörerkapsel (Anwendung Telefon-Mithörverstärker) angeschlossen oder ein spezieller Rufton erzeugt werden. Im allgemeinen reicht es aber, wenn man den Partner einfach anspricht. Bild 10 zeigt die Prinzipschaltung der Anlage mit Nebenstelle, die Bilder 11 und 12 enthalten die Verdrahtung für die beiden möglichen Schaltertypen. Die einzelnen Bezeichnungen entsprechen denen des Grundaufbaus, der ja Bestandteil dieser Schaltung ist und nicht nochmals im einzelnen dargestellt wurde.

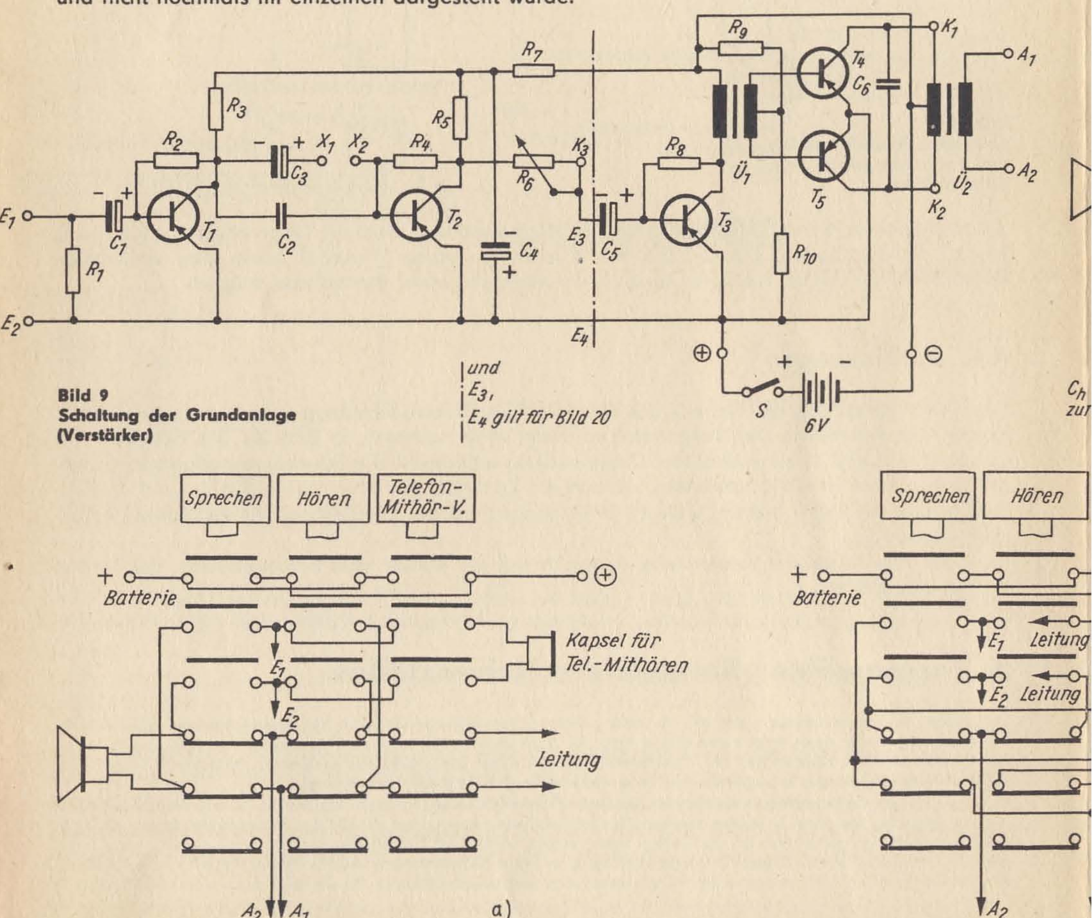
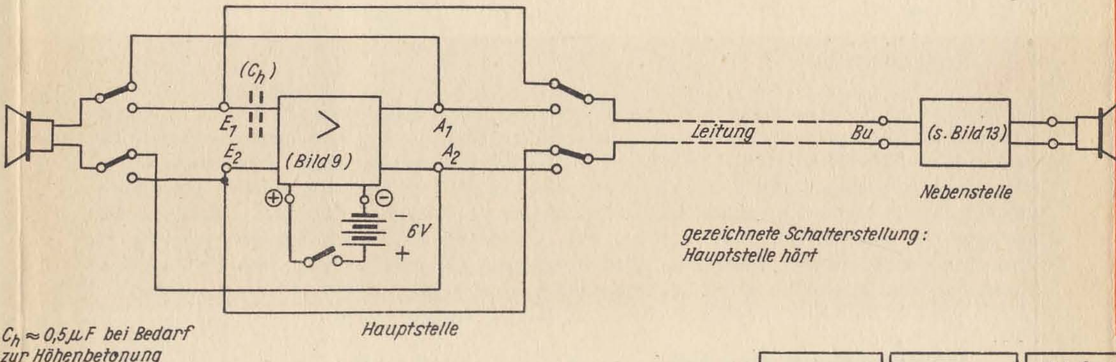


Bild 9
Schaltung der Grundanlage (Verstärker)

Die Bedienung der Anlage ist auch jetzt sehr einfach. Das „Denken" übernimmt der Schalter. Jede Taste schaltet gleichzeitig die Batterie ein. Um unkontrollierten Verkopplungen über die Masseleitung vorzubeugen, wird sie getrennt für Ein- und Ausgang mit umgeschaltet. In Stellung „Hören" liegt in bekannter Weise der Eigenlautsprecher am Ausgang des Verstärkers nach Bild 9; der Lautsprecher der Nebenstelle wirkt als Mikrofon. Bei ausgelösten Tasten liegt der Eigenlautsprecher an der Leitung, kann also von der Nebenstelle bei ruhender Anlage jederzeit angerufen werden.
Wirkt die dritte Taste als Telefon-Mithörschalter, so legt sie im gedrückten Zustand die am Telefon angebrachte Hörerkapsel an den Verstärkereingang und den Eigenlautsprecher an den Ausgang. Die Nebenstellenleitung wird so lange unterbrochen. Wenn die Nebenstelle in dieser Zeit zu rufen versucht, so kommt kein Rufsignal zustande, besser gesagt, es wird auch in der Nebenstelle nicht hörbar. Die Hauptstelle ist also „besetzt". Wird die dritte Taste als Ruftaste ausgelegt, so ist die in Bild 11 b und 12 b eingezeichnete Schaltungsänderung vorzunehmen. Der Rufton entsteht durch Rückkopplung von der Endstufe auf den Treibereingang mit Hilfe der beiden zusätzlichen Teile (Einstellregler und Kondensator). Der richtige Endstufentransistor (Phase der Rückkopplung!) muß ausprobiert werden. Es entsteht ein Ton, dessen Höhe von C und R abhängig ist. Die Verdrahtung des Tastensatzes stellt sicher, daß er zur Kontrolle der Verbindung auch im Hauptstellen-Lautsprecher mitgehört wird. Nochmals sei betont, daß dieser Rufton für die Hauptstelle eine Art „Luxus" darstellt. Wirklich notwendig ist ein solcher Ton nur für die Nebenstelle. Hier wird er von einem speziellen Rufgenerator erzeugt. Seine Wirkung beruht auf der unter 2.3.3. kurz gestreiften Eigenschaft des Übertragers, einer zweiten Wicklung eine genau umgekehrt gepolte Spannung entnehmen zu können. Wird diese auf den Transistoreingang zurückgekoppelt, so kann das Gebilde schwingen, also im vorliegenden Falle einen Ton erzeugen. „Schiefgehen" kann eigentlich bei dem verwendeten Trafo in dieser Schaltung nichts. Höhe und Charakter des erzeugten Tones hängen von den Bauelementedaten ab. Aus der niederohmigen Wicklung erhält man genügend Rufleistung für die beiden Lautsprecher. Die Batteriespannung der Nebenstelle sollte bei 4 bis 4,5 V liegen.
Die Nebenstelle muß folgende Bedingungen erfüllen:
- Sie hat jederzeit „ansprechbar" zu sein, d. h., ein Signal der Hauptstelle muß immer ankommen.
- Der eigene Ruf soll in der Nebenstelle kontrollierbar sein.
- Ruf- und Sprechenergie sollen möglichst verlustlos umgesetzt werden.
- In normalen Sprechverbindungen soll ein Belauschen der Nebenstelle nicht möglich sein (trifft nicht zu für „Einrichtungs-Verbindungen" und für Türsprechanlagen u. ä.).

Diese Forderungen werden in der Nebenstelle mit 2 Lanco-Schaltern erfüllt. Außerdem ist ein Flächengleichrichter vom Typ OY 100, 110 o. ä. erforderlich (Bild 13). Natürlich kann statt der Schiebeschalter auch der kleinste „Eisenacher" Tastenschalter benutzt werden. Der Preisunterschied ist gering, aber die Nebenstelle wirkt eleganter. Den größeren Tastenschalter unterzubringen gestaltet sich natürlich etwas schwieriger. Bild 14 zeigt die Beschaltung für den Tastenschalter. Die dritte Taste wird hier zum Abtrennen der Nebenstelle benutzt, wenn der Teilnehmer einmal nicht gestört werden will („Luxus").

Zur „Diskret"-Schaltung: Im Ruhezustand liegt in der Nebenstelle der Flächengleichrichter im Leitungszug. Die bei Auftreffen von Schall im Lautsprecher entstehenden kleinen Spannungen finden nahezu den Dioden-„Nullpunkt-Widerstand" vor, der relativ hoch ist. So werden diese Spannungen über ihm und dem niedrigen Verstärker-Eingangswiderstand wirksam geteilt, und ein Belauschen durch die Hauptstelle ist so gut wie unmöglich. Ruft die Hauptstelle dagegen, so geschieht das mit einer bedeutend größeren Spannung, für die der Gleichrichter bereits einen wesentlich kleineren Widerstand in Durchlaßrichtung hat. Der Ruf wird daher hörbar, wenn auch leiser als ohne Diode. Daher sollte man auf „Diskret" nur schalten, wenn sich das unbedingt erforderlich macht. Für die Dauer des Gesprächs wird die Diode mit dem Schalter überbrückt. Man kann ihn in der Anlage mit nur einer Nebenstelle auch bereits beim Ruf von der Nebenstelle aus zur Erzielung größerer Rufamplitude betätigen. In Anlagen mit mehreren Nebenstellen dagegen muß der Gleichrichter (d. h. die Diode) beim Ruf im Leitungszug bleiben. Andernfalls hören die anderen Nebenstellen diesen Ruf ebenfalls. Übrigens ist es für den Rufton von der Hauptstelle aus nicht gleichgültig, in welcher Richtung die Diode gepolt ist. Gleiches trifft zu für den Ruf von der Nebenstelle aus bei eingeschalteter Diode, wie es für 2.4.3. ebenfalls notwendig ist. Es empfiehlt sich daher, die Nebenstelle bei erster Inbetriebnahme am Ausgang kurzzuschließen, die Diskretschaltung einzuschalten und dann die niederohmigen Anschlüsse des Trafos versuchsweise umzupolen. Man beläßt sie in der Stellung, die die größere Lautstärke ergibt. Dieses Phänomen ist in der Kurvenform des Ruftones begründet und kann hier nicht näher erläutert werden. Im Interesse übersichtlicherer Verhältnisse (2.4.3.) ist die obenbeschriebene Diodenpolung unbedingt zu beachten und die größte Lautstärke nur an der Trafowicklung einzustellen! Außerdem empfiehlt es sich, zusammengehörende Leitungsenden zu kennzeichnen, damit später in 2.4.3. auch diese Maßnahme eindeutig durchführbar wird. Für die Anlage mit nur einer Nebenstelle aber ist dies alles bedeutungslos. Wird nur sie gebaut, so können selbstverständlich in allen Fällen, wo keine Diskretschaltung erforderlich erscheint, Diode und zweiter Schalter weggelassen werden.

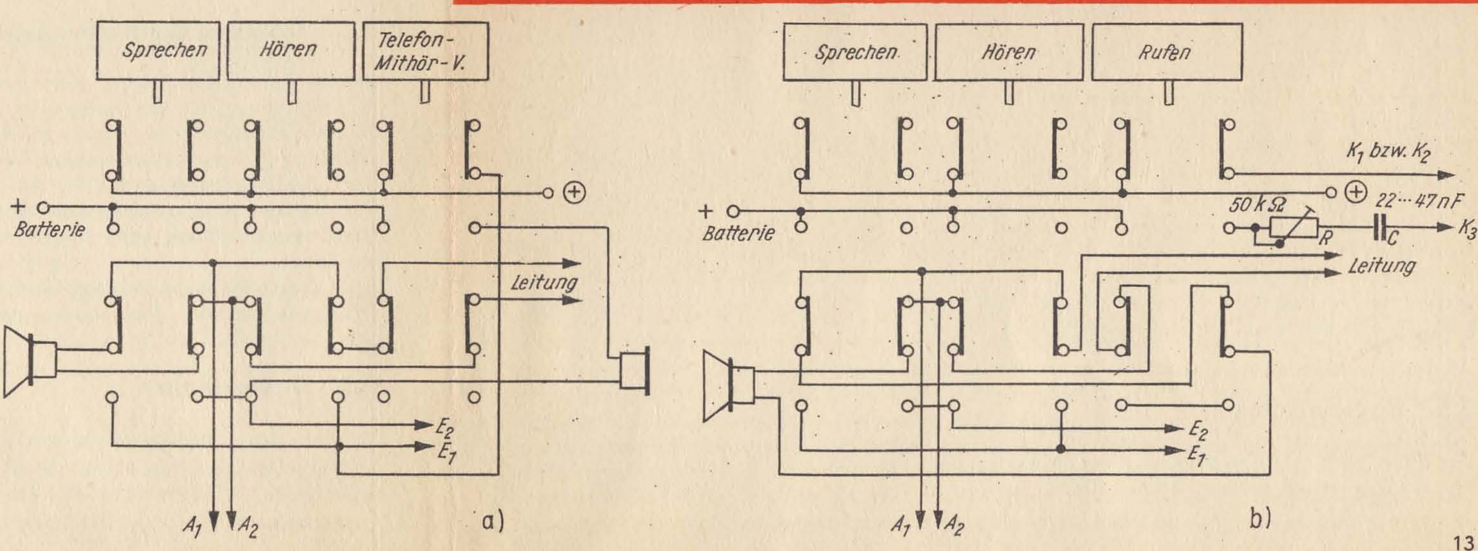


Rufen
K_1 bzw. K_2
R
C
K_3
50 kΩ
22 nF (…47 nF)
A_1
b)

Bild 10
Prinzipschaltung der Anlage mit Nebenstelle

Bild 11
Verdrahtung für MT 3

Bild 12
Verdrahtung für Koffertastenschalter aus Eisenach



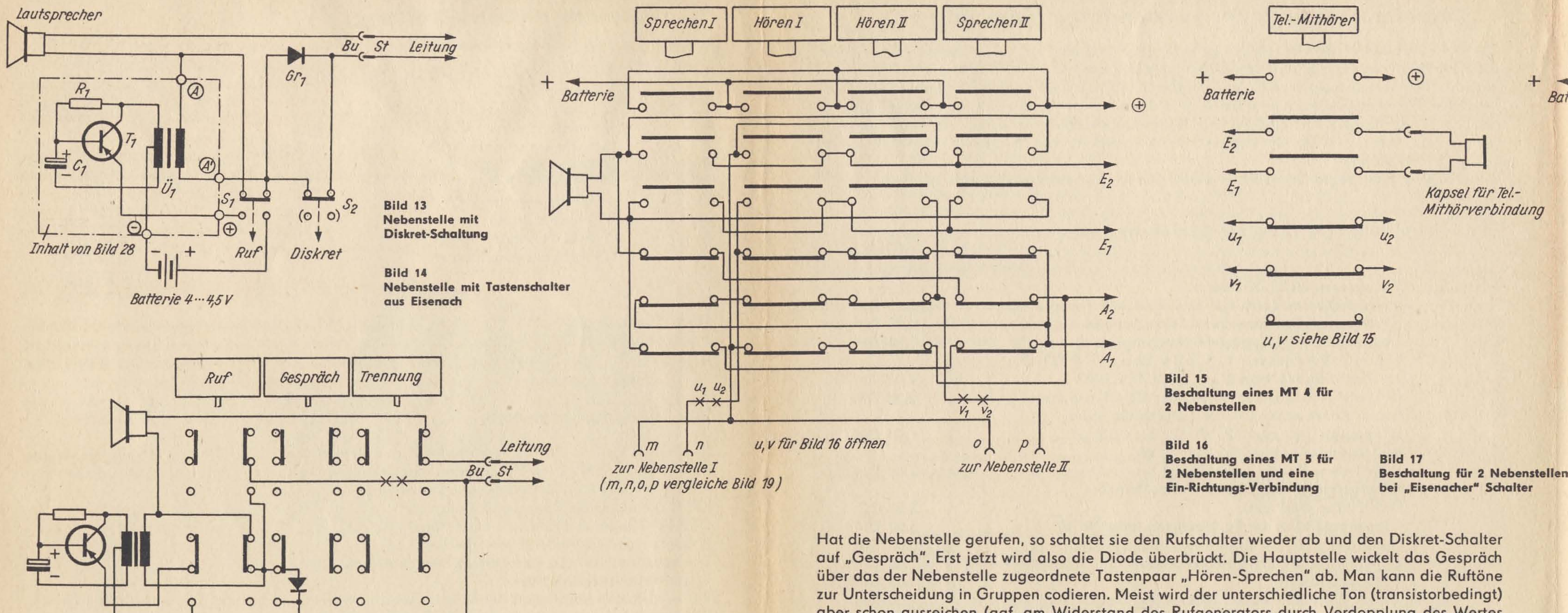


Bild 13
Nebenstelle mit Diskret-Schaltung

Bild 14
Nebenstelle mit Tastenschalter aus Eisenach

Bild 15
Beschaltung eines MT 4 für 2 Nebenstellen

Bild 16
Beschaltung eines MT 5 für 2 Nebenstellen und eine Ein-Richtungs-Verbindung

Bild 17
Beschaltung für 2 Nebenstellen bei „Eisenacher" Schalter

2.4.3. Erweiterung auf 2 Nebenstellen

Die Erweiterung besteht im Bau einer zweiten Nebenstelle gleicher Art wie 2.4.3., jetzt aber unbedingt mit Diode und Diskret-Schalter, und in der Verwendung eines Tastenschalters MT 4 oder MT 5 von Neumann. MT 4 ist räumlich für den später beschriebenen praktischen Aufbau günstiger, MT 5 läßt als dritte Möglichkeit wieder Telefon-Mithörverstärker zu. Bei asymmetrischem Einbau ist übrigens auch der MT 5 im empfohlenen Gehäuse unterzubringen. Ein 4-Tastenschalter Typ 0642.204–0004 vom VEB Elektrotechnik Eisenach bringt das gleiche Ergebnis. Der neue Schalter B 4 TGL 64-2035 mit 6 Umschaltern je Taste gibt sogar noch mehr Schaltmöglichkeiten.

Bild 15 gibt die notwendige Beschaltung des MT 4 wieder, Bild 16 zeigt die für MT 5 erforderlichen Änderungen, Bild 17 enthält die Beschaltung eines der bisher üblichen „Eisenacher" Koffertastenschalter mit 4 Tasten.

Die Nebenstellen (und deshalb die empfohlene Kennzeichnung der Anschlußenden!) sind nach dem Prinzipschaltbild 18 anzuschließen. Nur dann kommt der Ruf eindeutig in der Hauptstelle an und wird nicht in der anderen Nebenstelle mitgehört. (Liegen die Dioden der beiden Nebenstellen infolge falscher Polung nicht gegeneinander, sondern in Reihe, so ist das nämlich der Fall.)

Hat die Nebenstelle gerufen, so schaltet sie den Rufschalter wieder ab und den Diskret-Schalter auf „Gespräch". Erst jetzt wird also die Diode überbrückt. Die Hauptstelle wickelt das Gespräch über das der Nebenstelle zugeordnete Tastenpaar „Hören-Sprechen" ab. Man kann die Ruftöne zur Unterscheidung in Gruppen codieren. Meist wird der unterschiedliche Ton (transistorbedingt) aber schon ausreichen (ggf. am Widerstand des Rufgenerators durch Verdopplung des Wertes o. ä. nachhelfen!).

Während der Abwicklung des Gespräches schaltet die jeweils gedrückte Taste die Leitung zur anderen Nebenstelle automatisch ab. Versucht diese jetzt zu rufen, so erkennt sie den „Besetzt"-Zustand am stummbleibenden eigenen Lautsprecher. Der Schalter kann eingeschaltet bleiben, so daß sich sofort anzeigt, wenn die Hauptstelle wieder frei ist (in diesem Augenblick wird der Rufton in Haupt- und Nebenstelle hörbar).

2.4.4. Anschluß weiterer Nebenstellen

Der Aufbau der Nebenstelle bleibt unverändert. Alle Leitungen enden an einem Wählertastenzusatz der Hauptstelle, dessen Tastenzahl sich nach der Teilnehmerzahl richtet. Zu Gesprächsbeginn wird die gewünschte Nebenstelle (bzw. die, von der ein durch Punkt- oder Strichgruppen codierter Kennruf angekommen ist) angewählt. Diese Taste bleibt für die Gesprächsdauer gedrückt. Sie unterbricht alle anderen Leitungen. Über die Tasten „Sprechen" und „Hören" wickelt die Hauptstelle nun in bekannter Weise das Gespräch ab. Die Grenze der Teilnehmerzahl liegt um 1 über der Zahl der auf einer Taste vorhandenen Abschaltkontakte.

Benutzt man als Hauptstelle die aus 2.4.3. mit 2 Nebenstellenanschlüssen, so erhöht sich die mögliche Teilnehmerzahl auf 8 Nebenstellen und 2 Ein-Richtungs-Verbindungen (z. B. Telefon-Mithörverstärkung und Babysitter). Je 4 Teilnehmer werden dazu an jedes Hauptstellen-Tastenpaar (natürlich über die Wähltastatur) angeschlossen. Zwischen diese Leitungspaare und die Hauptstellen-Eingänge legt man außerdem die „Aus"-Kontakte der Tasten EV 1 und EV 2 des Wählers, deren „Ein"-Kontakte gleichzeitig erst die Ein-Richtungs-Verbindung an einen Hauptstelleneingang legen. Das ist zulässig, da diese beiden Signalquellen keine Rufmöglichkeit haben. Die eingezeichneten beiden Dioden vom Typ OY 100, 110 o. ä. ermöglichen, daß sich die Nebenstellen auch melden können, wenn eine Ein-Richtungs-Verbindung gedrückt wurde. Diese Dioden müssen mit denen der

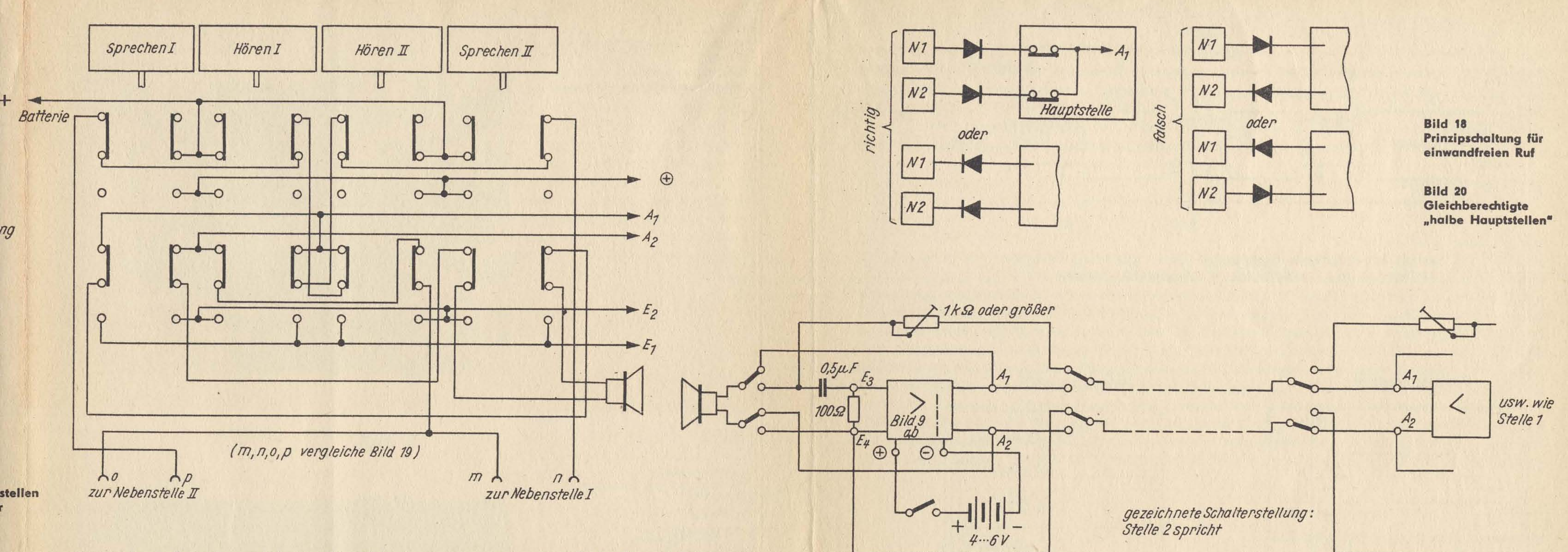


Bild 18 Prinzipschaltung für einwandfreien Ruf

Bild 20 Gleichberechtigte „halbe Hauptstellen"

Nebenstellen in Reihe liegen, d. h. in gleicher Richtung wie diese gepolt werden. Bild 19 (s. umseitig) zeigt den beschriebenen Zusatz für 8 + 2 Teilnehmer. Mit entsprechenden Tastenaggregaten lassen sich im Unterschied zu der begrenzten Nebenstellenzahl beliebig viele Hörstellen als Ein-Richtungs-Verbindungen anschließen (wichtig für „elektronischen Rundgang" beim Betriebsschutz!).

2.4.5. Gleichberechtigte „halbe Hauptstellen"

Diese abschließende Schaltung weist eine große Verstärkungsreserve auf. Sie ist daher bei entsprechender Leitungsführung für größere Entfernungen (mehrere 100 m) geeignet. Es gelten die gleichen Regeln bezüglich Eingangsempfindlichkeit gegen Einstreuungen u. ä. wie bei der Grundanlage. Günstig durch den höheren Pegel, der auf die Leitung gelangt, wirkt sich die Auftrennung des Verstärkers auf beide Teilnehmer aus. Erfolgreiches Arbeiten mit dieser Anlage setzt große Sprechdisziplin voraus. Das Prinzip wird in Bild 20 angedeutet. Damit eine Verständigung erfolgen kann, muß immer in der sprechenden Stelle die Sprech-, in der hörenden Stelle aber die Hör-Taste gedrückt sein. Eine dritte Taste macht den eigenen Verstärker bei Gesprächsbeginn in bereits bekannter Weise zum Rufgenerator, wie in 4.2.2. geschildert.
Die Sprechstellen kommen mit dem kleinsten Tastensatz aus (3 Tasten von Neumann oder aus Eisenach). Mit etwas Geschick läßt sich die Sprechstelle noch in einem 250-cm³-Kühlschrankbehälter untengenannter Art unterbringen, wenn man sich auf 4-V-Betrieb beschränkt, denn der „Verstärker-Inhalt" besteht nur aus der Endstufe mit Treiber des Grundaufbaus (Schaltungsteil hinter dem Regler).

2.4.6. Verbesserung der Übertragungsgüte

Wie in 2.4.1. angedeutet, bildet der LP 558 einen Kompromiß zwischen Preis und Einbauvolumen einerseits und Frequenzgang (d. h. Verständlichkeit) andererseits. Man kann dies bei steigendem Geldaufwand und zum Teil auch mit mechanischen Änderungen schrittweise verbessern. Zunächst wird grundsätzlich der Kondensator Ch (etwa 0,5 µF) vor den Verstärkereingang gelegt, der eine weitere Höhenanhebung bewirkt (siehe Bild 10 und 31).
Als nächster Schritt (noch ohne Änderung der Konstruktion) können die Nebenstellen mit besseren Lautsprechern ausgerüstet werden (Mehrpreis je nach Bezugsquelle 5,– bis 10,– DM/Lautsprecher). Es kommt der Typ LP 559 (neue Ausführung, Magnetdurchmesser nur noch etwa 43 mm) in Frage oder die Neuentwicklung L 112 M (beide, wie auch der LP 558, vom VEB Elektrogerätebau Leipzig – EGB –). Sie besitzen etwa die 4fache obere Grenzfrequenz des LP 558, und ihre Eigenresonanz liegt tiefer als die des LP 558. Ihr Einsatz auch in der Hauptstelle macht dort konstruktive Änderungen gegenüber Bild 26 nötig: Der Lautsprecher muß ganz an den linken und den unteren Rand des Deckels gerückt werden, die Akkus rücken ganz nach rechts. Das (von vorn gesehen) rechts liegende Buchsenpaar ist neben das linke zu bringen. Während der MT 3 unverändert bleibt, schneidet man vom MT 4 die linke untere Ecke des Hartpapierträgers ab. Bei Verwendung des LP 559 ist der MT 4 außerdem nach oben zu rücken (ohne Abstandsrohr direkt am oberen Behälterrand festschrauben!). Den MT 5 muß man auf jeden Fall in dieser Weise nach oben verschieben, für ihn ist der LP 559 nicht verwendbar. Bei Eigenbau von Gehäusen kann dies alles durch eine um 8 mm größere Gehäusetiefe umgangen werden. In der praktisch erprobten Anlage wurde als z. Zt. günstigster Kompromiß in den Nebenstellen der LP 559 verwendet, in der Hauptstelle der 0,5-µF-Kondensator fest eingebaut.

3. Aufbau der Hauptstelle

3.1. Lochplatte Verstärker

Grundelement für die Verdrahtung und Träger der Bauelemente ist die Hartpapier-Lochplatte; Träger von Lautsprecher, Tastensatz und Batterie bildet das Gehäuse selbst. Bild 21* zeigt die Lochplatte im Maßstab 1:1. Soweit möglich, wurden die Bohrungen analog der Lochung gedruckter Schaltungen in deren Grundrasterpunkte (Abstand ganzzahlige Vielfache von 2,5 mm) gelegt. Das vereinfacht die Bemaßung wesentlich.

* Die Zeichnungen entsprechen nicht immer völlig den TGL-Vorschriften. Wo dies geschah, hatte der Verlag die Absicht, dem Laien bestimmte Einzelheiten besser klarzumachen. Außerdem war es unbedingt erforderlich, Zeichnungen und Arbeitsanleitung eng zu koppeln.

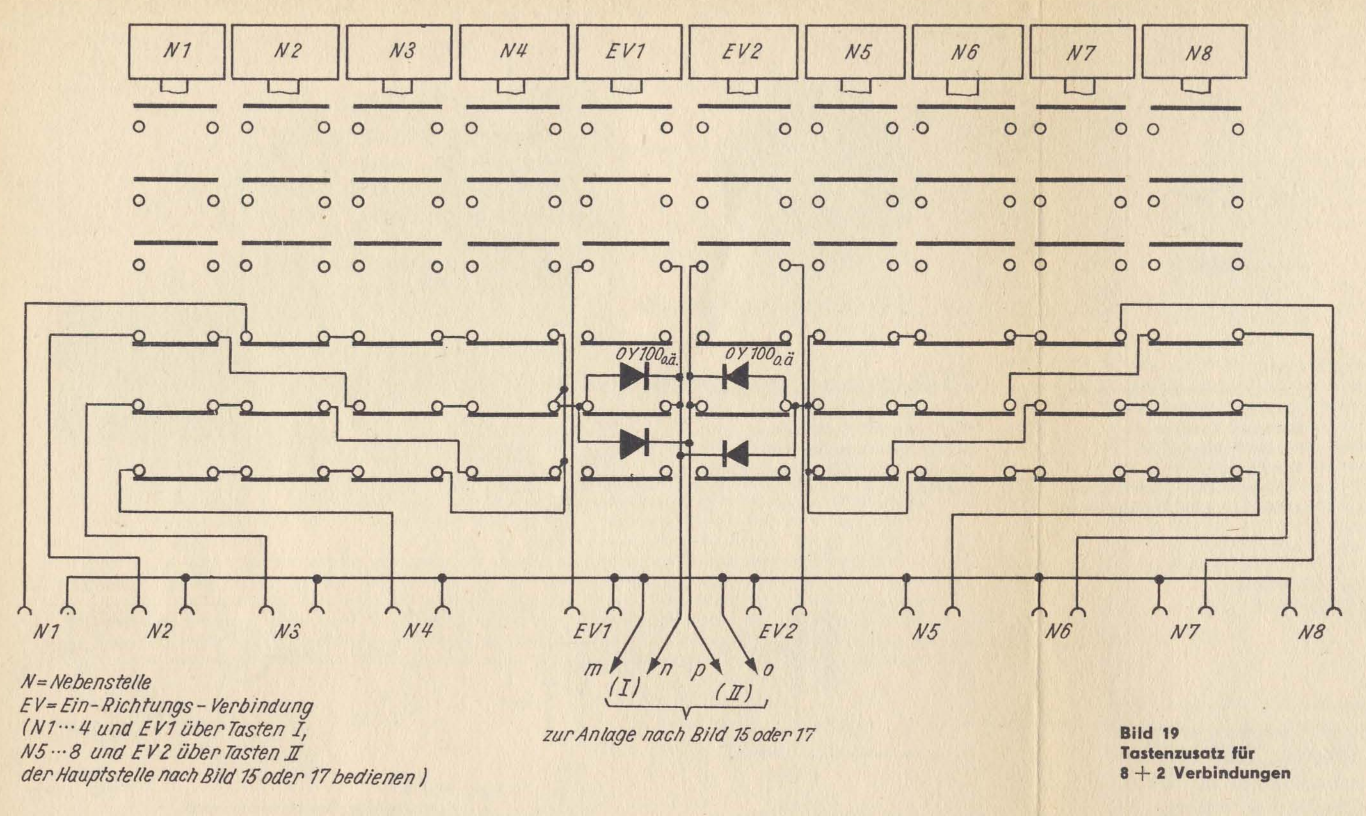


Bild 19
Tastenzusatz für
8 + 2 Verbindungen

Die Lochplatte soll aus 1,5 mm dickem Hartpapier bestehen; 2 mm ist noch zulässig, 1 mm schon etwas dünn. Die nicht mit Maßen versehenen Löcher sollen etwa 1 mm im Durchmesser sein. Für die Bauelemente gewährt das guten Sitz, es gestattet enge Verdrahtung bei kleiner Berührungsgefahr. Mit einem spitzen Gegenstand oder mittels Pauspapier lassen sich Konturen und Lochmarkierungen leicht auf das unter die Zeichnung gelegte und (z. B. mit Klebestreifen) fest angedrückte Hartpapier übertragen. Ebensogut ist als Zwischenträger ein Stück Transparentpapier geeignet, auf das man die Punkte überträgt und das auf dem Hartpapier vorübergehend festgeklebt wird. Durch die Markierungen hindurch wird dann angekörnt (d. h., die Lochmittelpunkte werden mit einem geeigneten Gegenstand vertieft im Hartpapier angedeutet, so daß der Bohrer nicht verrutschen kann) und gebohrt. Ausgeplatzte Bohrungsränder entgratet man von Hand leicht mit einem größeren Bohrer und macht sie mit etwas Öl „unsichtbar". Die Plattenkonturen werden nach dem Sägen mit einer Schlichtfeile (feine Riffelung) geglättet. Die Lochplatte ist nun zur Bestückung fertig.

3.2. Bestückung

Es gilt die Schaltung nach Bild 9. Für die dort markierten Anschlußpunkte werden Anschlußdrähte in die Platte gesteckt. Die Bilder 22 (Bauelementeseite) und 23 (Verdrahtungsseite) zeigen die beiden Plattenseiten.
Man beginnt mit der Endstufe. Zuerst werden die Trafos K 20 und K 21 mit den Lappen eingesteckt und diese fest umgebogen. Danach Anschlüsse einfädeln. Es wird kaum notwendig sein, einen von ihnen mit etwas dünnem Draht zu verlängern (die Verbindungslötstelle müßte

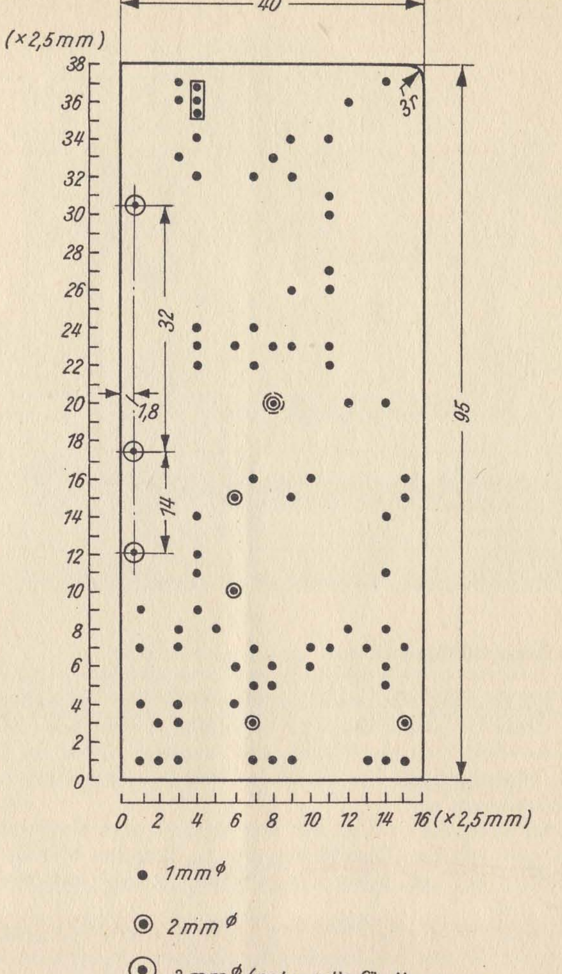
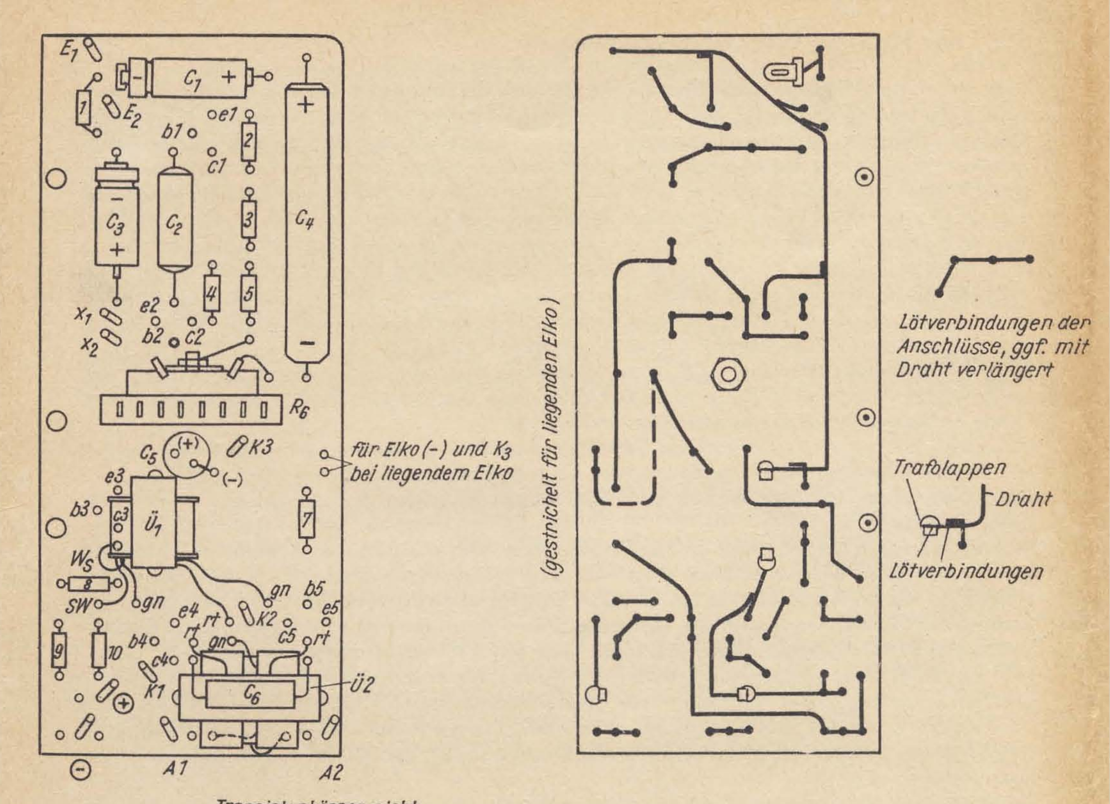


Bild 21
Lochplatte für den Verstärker
der Hauptstelle

man in diesem Falle mit Isolierschlauch überziehen). Nun folgen die auf der Platte aufsitzenden Widerstände. Stehen keine 1/20-W-Typen zur Verfügung, so verwende man notfalls 1/10-W-Typen, die aber fast doppelt so lang sind. Bei 3 Widerständen des Verstärkers reicht dann in der Ebene der Platz nicht mehr aus. Um Berührungen mit den Nachbarteilen zu vermeiden, baut man dann entweder in Etagen (dabei sind die Anschlüsse mit steifem Isolierschlauch zu überziehen), oder die Widerstände werden schräg eingesetzt (wobei man nur jeweils einen Anschluß überzieht – Bild 24).
Für die Elkos wurde liegende Montage vorgesehen. Das kommt den neuen Typen nach TGL mit beidseitigem Drahtanschluß entgegen. Weit verbreitet sind aber noch die Elkos von Tonmechanik mit einseitigem Fahnenanschluß. Bei diesen ist folgendes zu beachten: Für die Fahnen von C 1 und C 3 wurden bereits Schlitze vorgesehen (3 Bohrungen nebeneinander, mit Laubsägeblatt aufweiten). C 5 wird am besten stehend montiert. Die Fahne verlängert man mit Schalt-



Transistorkörper nicht gezeichnet, nur Anschlüsse!

Widerstände nur durch Ziffer gekennzeichnet!

perspektivisch
gezeichnete 1-mm
Anschlußdrähte

...eckte Löcher
...argestellt

Bild 22
Bauelementeseite der Verstärkerplatte

Bild 23
Verdrahtungsseite der Verstärkerplatte

draht. Sollte auch für den Siebkondensator ein Tonmechanik-Typ Verwendung finden, so ist sinngemäß ein weiterer Schlitz anzubringen. Das Gehäuse muß mit Klebeband isoliert werden!
Damit C 5 besser steht, kann man ihn mit passendem Isolierschlauch überziehen, der unten etwas übersteht (vgl. Bild 24).
Die Verdrahtung geht so vor sich: Bauelementeanschlüsse auf Plattenunterseite fest anziehen, analog Bild 23 umlegen und Lötstellen erzeugen (Drähte müssen entsprechend 2.2. blank sein und frisch vorverzinnt, aber so dünn, daß sie noch durch die Löcher gesteckt werden können. Beim Löten in Spiritus gelöstes Kolophonium benutzen!). Bei Lötstellen zwischen mehr als zwei Drähten vorher alle Anschlüsse mit der Flachzange so zusammenbiegen, daß sie nicht zurückfedern. Zusätzlich benötigte Verbindungsdrähte an den Kreuzungsstellen mit Isolierschlauch überziehen. Überstehende Bauelementeenden nach dem Umbiegen bzw. Löten abschneiden.
Die Bestückung der Endstufe und des Treibers endet mit dem Einbau der 3 Transistoren. Pärchen und Treibertransistor nicht verwechseln! Transistoranschlüsse bis auf die letzten 5 mm mit Isolierschlauch überziehen, einfädeln und einzeln schnell an den vorgesehenen Stellen anlöten. Die Bezeichnungen in Bild 22 bedeuten: c – Kollektor, e – Emitter, b – Basis. Die Indizes weisen auf den einzelnen Transistor hin, vgl. Schaltbild 9.
Die fertig bestückte Endstufe (T 3, T 4, T 5; R 8, R 9, R 10; K 20, K 21; C 5) wird nun zunächst geprüft. Dazu schließt man den Lautsprecher und möglichst über ein Milliamperemeter die Batterie

an, wobei nicht mehr als etwa 4 mA fließen sollen. Besitzt man kein solches Instrument, so kann diese Prüfung sicher im GST-Radioklub vorgenommen werden, wo auch fachkundige Kameraden zur Verfügung stehen und mit Ratschlägen helfen. Zu großer Strom deutet auf große Stromverstärkung der Endstufentransistoren hin. R 10 muß auf jeden Fall sicher angelötet bleiben. Man vergrößert nun R 9 auf den nächsthöheren greifbaren Wert (z. B. von ursprünglich 3,9 oder 4 kOhm auf 4,7 oder 5 kOhm), bis der Strom etwa 4 mA erreicht hat. Zu kleiner Strom bedeutet später schlechte, verzerrte Wiedergabe. Im Lautsprecher muß ein leises Rauschen zu hören sein und, wenn man C 5 mit einem Metallgegenstand berührt, ein leises Knacken. Hierfür und für die Prüfung des vollständigen Verstärkers ist auch der im Handel erhältliche Prüfstift „TOBI-TEST 2" des VEB Meßelektronik Berlin sehr zu empfehlen, mit dem ein Tonsignal in den Verstärker geschickt und im Lautsprecher abgehört werden kann.
Zwischen Endstufe und Vorverstärker befindet sich ein Lautstärkeregler. Er ist so geschaltet, daß die Lautstärke nicht bis Null geregelt werden kann (günstig für die vorgesehenen Zwecke). Der Regler muß in einer solchen Höhe befestigt werden, daß er von außen durch einen Schlitz im Gehäuse zugänglich bleibt. Das erreicht man mit dem Winkel nach Bild 25. Am einfachsten ist es, in die Hartpapierplatte ein Gewinde M 3 zu schneiden (mit 2,4 mm an der in Bild 23 erkennbaren Stelle vorbohren). Andernfalls wird ein Durchgangsloch von mindestens 3 mm gebohrt. Zunächst schraubt man den Winkel auf der Platte fest, dann das Potentiometer am Winkel. Es brauchen nur Schleifer und ein Ende verdrahtet zu werden, da der Regler als Vorwiderstand wirkt. (In der Industrie schreibt man allerdings vor, daß das andere Ende dann mit dem Schleifer verbunden sein muß, damit bei Schleiferunterbrechung kein „Leerlauf" entsteht.)
Es folgen nun das Siebglied R 7 C 4 und die zweite NF-Stufe (T 2, R 5, R 4; C 2, C 3), die man analog zur Endstufe bestückt und mit dieser zusammen prüft. Das Prüfsignal wird bei C 2 eingespeist. Das Rauschen wird lauter sein, oft ist durch Lichtnetzeinstreuungen ein leises Brummen hörbar. Schließlich bestückt man auch die erste Stufe (T 1; R 2, R 3; C 1) und wiederholt die Prüfung. Bei den Widerständen R 2 und R 4 ist eine Abweichung vom angegebenen Wert nach oben bis etwa 500 (bzw. 470) kOhm für größere und nach unten bis etwa 150 kOhm für kleinere Stromverstärkungen erlaubt. Man wird dies bei den Stufen einzeln probieren müssen, wenn trotz richtig eingestellter Endstufe die Wiedergabe noch nicht befriedigt.
Erst nach diesen Prüfungen schließe man R 1 an, sonst wirkt die erste Stufe gegenüber dem hochohmig eingespeisten Prüfsignal unempfindlich.

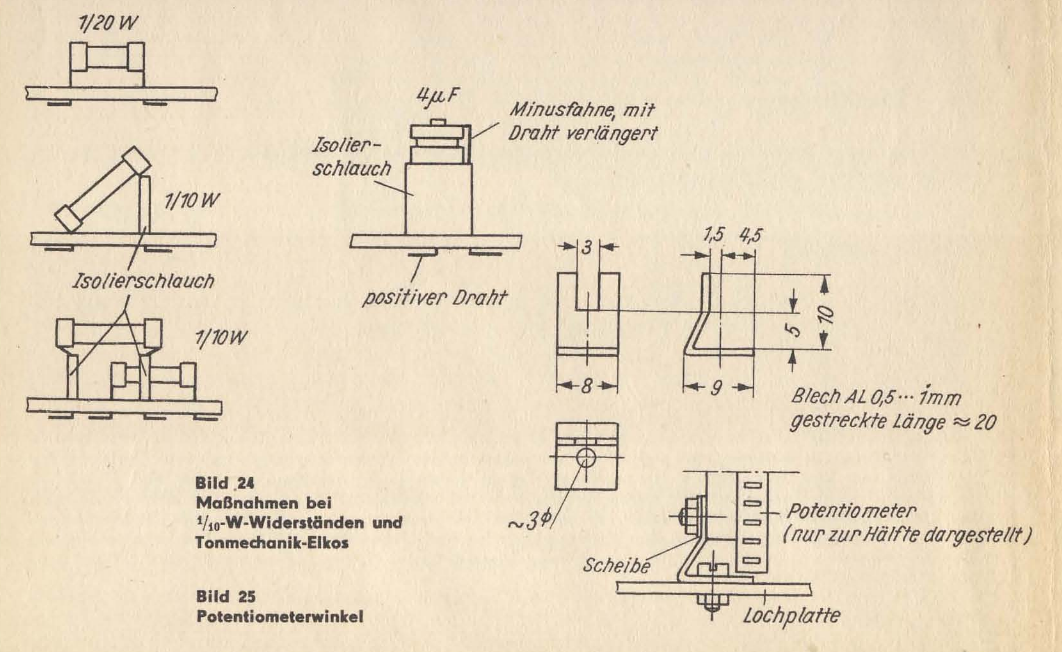


Bild 24
Maßnahmen bei $^1/_{10}$-W-Widerständen und Tonmechanik-Elkos

Bild 25
Potentiometerwinkel

Die Anschlüsse zur Schaltung bilden am besten Lötstützpunkte aus verzinntem 1-mm-Draht, der fest in die entsprechenden Bohrungen paßt (in Bild 22 perspektivisch angedeutet) und 10 bis 15 mm lang nach oben herausragt.

3.3. Tastensatz

Die Verdrahtung des Tastensatzes für die einfachste Anlage (mit einer Nebenstelle) geht aus den Bildern 11 und 12 hervor je nachdem, welcher Satz zur Verfügung steht.
Am häufigsten dürfte allerdings die Anlage mit 2 Nebenstellen (mit Erweiterungsmöglichkeit auf 8 Nebenstellen und 2 Ein-Richtungs-Verbindungen über Wählertasten) interessieren. Der

7,5 12 4 Löcher 6ϕ 7,5 12 7,5
Gehäuse von hinten

(liegt durch Behälter fest) 51 2 Löcher mind. 3ϕ 80 (~37) 13 ~4 101 154
(liegt durch Behälter fest)
Gehäuse ohne Deckel, von obe

bedeutet, daß Durc
zur Gehäusemitte li
nur zur Erleichteru
gegeben

Deckel (spätere Innenseite)
48 hier und unten Steg einebnen 4 6 20 9 58 16 Löcher 4,5 ··· 5ϕ 12 12 12 21 4 7 (~58) 14 14 14
(Lochmuster nur Beispiel)

beschriebene Hauptstellenaufbau macht daher von einem MT 4 Gebrauch, und darauf beziehen sich auch die weiteren Hinweise. Die Verdrahtung ist in diesem Falle nach Bild 15 vorzunehmen. Die 4. und 5. Federn der 1. und 2. Reihe von unten sind flach umzubiegen (Platz für Lautsprechermagnet!). Bezüglich Berührungsgefahr kritische Leitungen mit Schlauch überziehen. Ein- und Ausgangsleitung nicht nahe nebeneinanderlegen. Kurze Verbindungen wählen! Der Hartpapierträger des MT 4 erhält rechts unten, 3 mm von beiden Kanten entfernt, ein Gewindeloch M 3 oder ein Durchgangsloch von mindestens 3 mm. Hier wird die Lochplatte angeschraubt.

3.4. Gehäuse der Hauptstelle

Ein konkreter Bauplan muß sich auf bestimmte Gegenstände festlegen. Der schöpferisch denkende Anwender (und welcher Bastler wäre das nicht?) vermag aus diesen konkreten Hinweisen auf seine speziellen Gegebenheiten umzudenken. Es ist also durchaus möglich, sich aus Sperrholz, Hartpapier, Blech oder PVC hart (dieses 1,5 bis 2 mm dick) ein passendes Gehäuse zu bauen. Die erforderlichen Innenmaße bei Beachtung der sonstigen Zeichnungen des Bauplanes sind 51 mm × 112 mm × 158 mm.

Sehr bequem aber und in der klaren Linienführung der durchsichtigen Behälter und in den leuchtenden Farbtönen der Deckel besonders ansprechend sind die seit längerer Zeit im Handel erhältlichen Kühlschrank-Frischhaltedosen „Immerfrisch" aus Polystyrol. Es gibt sie in Sätzen zu je 7 Dosen für insgesamt 4,5 l, VEP 8,85 DM je Satz. Die größte Dose (2 l) wird hier nicht benötigt. Aus den beiden 750-cm³-Behältern gewinnt man 2 Hauptstellen oder 1 Hauptstelle und 1 Wählerzusatz für bis zu 7 Nebenstellen, und die 4 Stück 250-cm³-Dosen weisen eine für die Nebenstellen günstige Größe auf.

Sehr vorteilhaft ist, daß sich dieses Material mit azetonlöslichem Alleskleber (z. B. Duosan) kleben läßt. Die Bearbeitung erfordert Sorgfalt, da „rohe Gewalt" beim Bohren oder Feilen

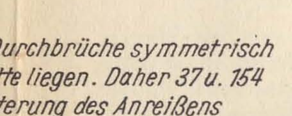
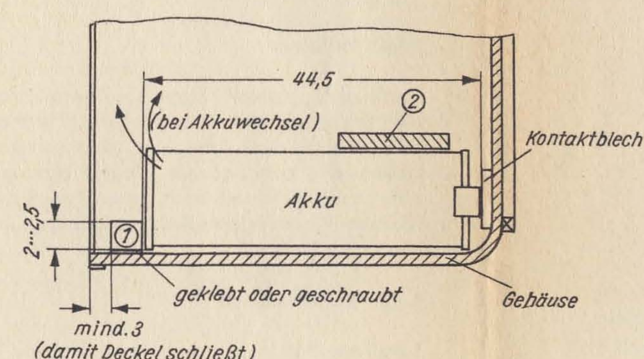
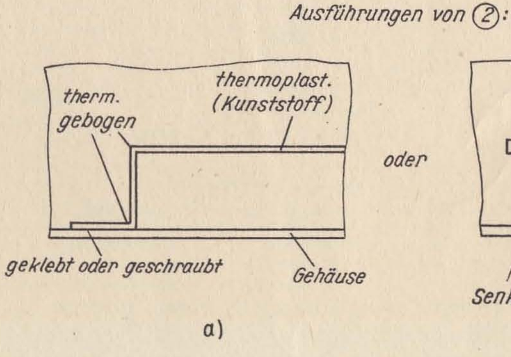


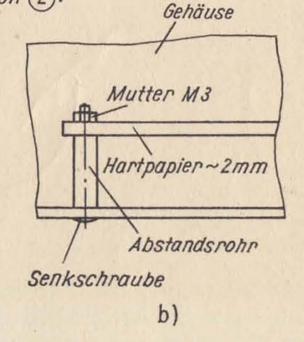
Bild 26
Bearbeitung des Gehäuses für Hauptstelle mit MT 4

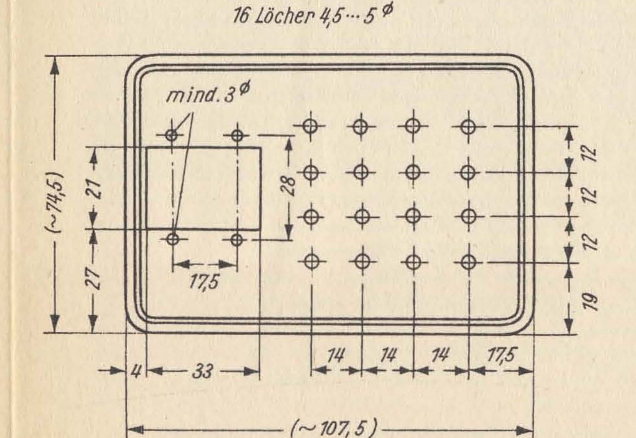
Bild 27
Batteriehalter (prinzipielle Ausführung)

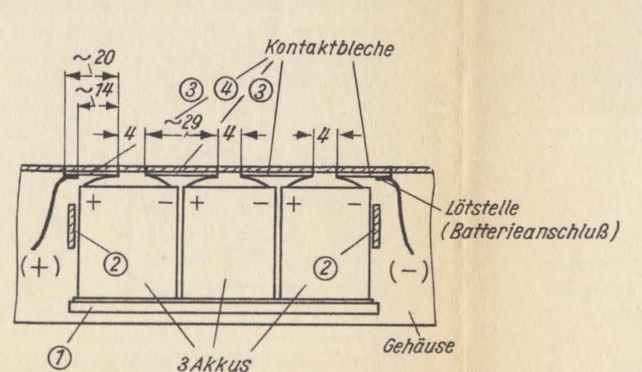
Bild 29
Frontplatte der Nebenstelle

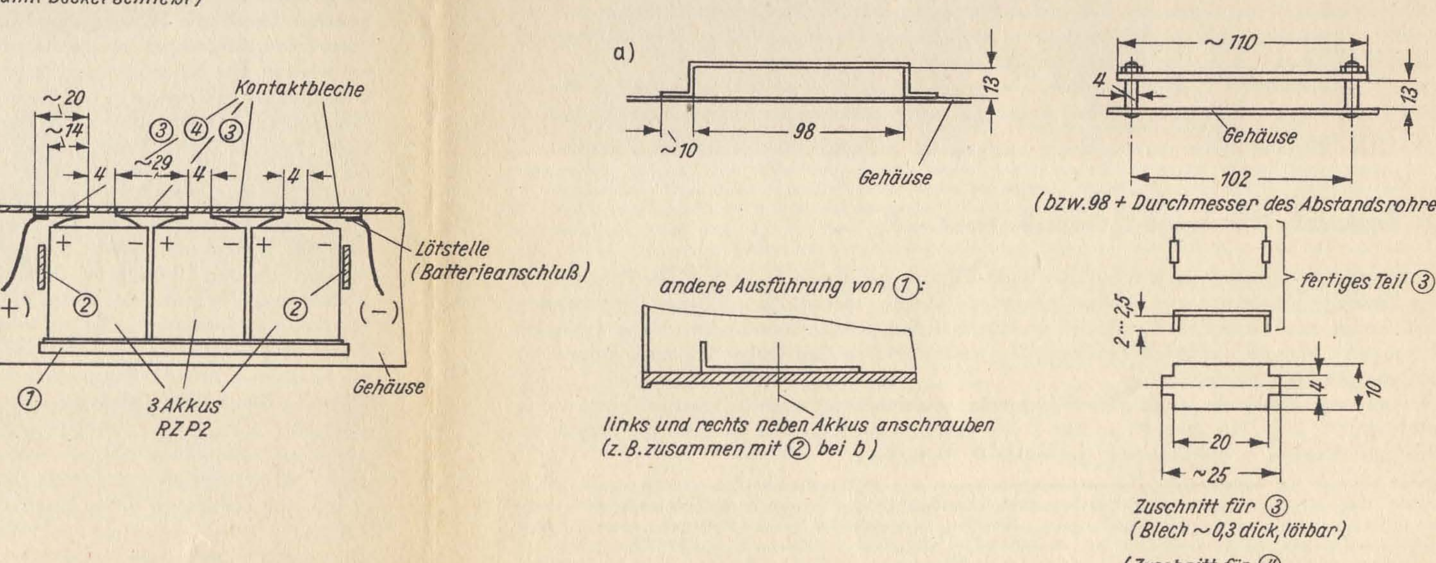


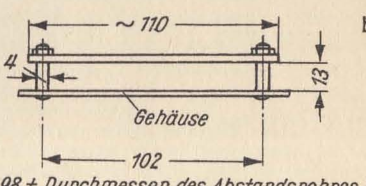












zu Sprüngen führen kann. Man eignet sich die Bearbeitungstechnik jedoch schnell an. Es empfiehlt sich, die Behälter während der mechanischen Arbeitsgänge mit Papier auszukleiden und zu umgeben. (Papier-Klebestreifen benutzen, der sich mit Wasser wieder ablösen läßt.) Man schützt das Gehäuse so vor Kratzern, wenn das Werkzeug abrutscht. Nur die zu bearbeitenden Stellen bleiben frei. Bei der Hauptstelle sind dies der Schlitz und die beiden Löcher für den Tastensatz sowie die 4 Buchsenlöcher im Behälter und der Reglerschlitz sowie die Bohrungen für den Schallaustritt. Schließlich wird an passender Stelle noch ein Winkel mit Gewinde zur Festlegung des Deckels bzw. ein langer Gewindebolzen für den gleichen Zweck gebraucht. Genaue Lage und Ausführung bleiben dem einzelnen überlassen, denn sie haben nur untergeordnete Bedeutung.
Das sind bereits alle Durchbrüche! Hinzu kommt ggf. noch ein Loch für den Lanco-Schalter, wenn Frequenzgang-Umschaltung gewünscht wird (in der Schaltung vorgesehen!).
Bild 26 zeigt die Einzelheiten für die Hauptstelle mit 2 Nebenstellen bei Verwendung des MT 4. Es empfiehlt sich, nur dort anzureißen, wo später die Reißlinie bei der Bearbeitung verschwindet. Für die Bohrungen und den Schlitz im Deckel genügt ein weicher Bleistift. Mit einem spitzen Taschenmesser „körnt“ man jede Bohrung vorher an, indem man die Messerspitze aufsetzt und unter leichtem Druck einmal dreht (nicht schlagen!). Die Schlitze werden innerhalb der Anrißlinien als Lochlinien vorgebohrt. Die Stege zwischen den Löchern unterbricht man mit einem Stück Laubsägeblatt, das wie eine Stichsäge benutzt wird (Ende in eine kleine Zwinge einspannen). Danach ist glattzufeilen. Man feile vorsichtig und nie senkrecht zur Kante, damit kein Material ausplatzt. Die Feile ist in einem möglichst spitzen Winkel zur Kante an dieser entlangzuführen, so daß das Material die Gegenkraft ohne Nachfedern aufbringen kann. Vorsicht, nicht zu große Hübe ausführen, sonst nützt beim Abrutschen auch das schützende Papier nicht!
Man bohre grundsätzlich alle Löcher zunächst mit einem gut angeschliffenen 1- bis 2-mm-Bohrer vor und erweitere dann vorsichtig auf das notwendige Maß. Kritisch sind die 6-mm-Löcher für die Buchsen. Damit das Material nicht reißt, empfiehlt sich vorsichtiges Aufweiten etwa von 4 mm aus mit einem zum Reiben geeigneten Gegenstand (Vierkant o. ä.). Es ist auch möglich, die Telefonbuchsen mit ihrem dünneren Endstück aufzusetzen (einen Stecker in die Buchse einschieben und an diesem das Ganze senkrecht halten), mit dem Lötkolben vorsichtig zu erwärmen und thermisch „einlaufen“ zu lassen. Dann darf erst wieder bewegt werden, wenn das Material erstarrt ist.
Für den Tastenschalter sind Senkschrauben elegant. Man senkt die Bohrung am besten von Hand mit einem Bohrer von etwa 6 mm an. Nicht zu stark drücken, sonst reißt das Material, und die Senkung sieht schlecht aus!
Die Schrauben für den Tastenschalter müssen so lang sein, daß eine Abstandsrolle von 10 mm Länge zwischen Gehäuse und Montageloch des Tastensatzes eingefügt werden kann. Von unten ist eine Mutter gegenzuschrauben. Die herstellungsbedingte konische Gehäuseform läßt den Tastensatz etwas schräg in das Gehäuse ragen. Dies stört jedoch nicht.
Im Gehäuse ist schließlich noch ein kleiner Unterstützungsklotz oder -winkel einzukleben oder einzuschrauben (es kann auch einfach eine Schraube sein), auf dem die Lochplatte nach der Montage am Tastensatz zusätzlich aufliegt.
Den „Sternchen“-Lautsprecher befestigt man mit Alleskleber. Der Kleber wird schnell auf dem gesamten Rand verteilt (Membran freihalten!). Danach legt man den Lautsprecher sofort auf die mit Bleistift vorgezeichnete Stelle des Deckels (als Innenseite die mit der durchgehenden Rand-Versteifungsrippe benutzen!). Der Deckel enthält jedoch eine Mittelrippe, die den einwandfreien Halt des Lautsprechers in Frage stellt. Entweder schneidet man aus dem Randring des Lautsprechers (besteht aus Pappe oder gummiähnlichem Material) die entsprechenden Stellen aus oder aus der Rippe. Im letzten Falle kann das auch vorsichtig mit dem Lötkolben geschehen (erweichten Kunststoff wegschieben).

3.5. Batteriehalter

Der Batteriehalter ist Teil des Gehäuses. Im Prinzip geht es darum, die federnden Kontaktbleche der 3 Akkus gegen andere, lötbare Bleche zu drücken, die man mit Hilfe des Lötkolbens mit

ihren umgebogenen Rändern thermisch in den Behälterboden eingedrückt hat. Damit die Akkus nicht nach oben oder hinten wegrutschen können, benötigt man Begrenzungen. Bild 27 zeigt, worauf es ankommt. Thermoplastisches Material, das sich mit Alleskleber kleben läßt, ist hierfür am bequemsten. Es eignet sich z. B. auch das in Bastlerläden größerer Städte erhältliche Ekolan, 1 mm dick. Ein Streifen von etwa 150 mm Länge und 15 bis 20 mm Breite wird über dem Lötkolbenschaft vorsichtig an den in Bild 27 bezeichneten Stellen erweicht und gebogen. Statt seiner eignet sich auch ein etwa 110 mm langer Hartpapierstreifen (1,5 bis 2 mm dick), der mit 2 Abstandssäulen (13 bis 14 mm lang) festgeschraubt wird. Hintere Begrenzung schließlich ist wieder ein Winkel aus thermoplastischem Material oder ein 110 mm langer Blechwinkel, der noch etwas unter die Akkus geschoben und seitlich mit den Bolzen des Hartpapierstreifens zusammen befestigt wird.

3.6. Verbindungen

Alle zusammengehörenden Leitungspaare sind zu verdrillen, um magnetische Verkopplungen zu unterbinden. Soweit sie bewegt werden müssen, wie z. B. die Lautsprecheranschlüsse, ist für sie PVC-isolierte Litze zu empfehlen. Verschiedenfarbige Drähte erleichtern das Verdrahten. Leitungen nur so lang lassen, wie man sie braucht! Aus den Bildern 9, 15 und 22 sind die zusammengehörenden Punkte eindeutig ersichtlich.

4. Aufbau der Nebenstelle

4.1. Rufgenerator

Sein Aufbau ist denkbar einfach, denn er besteht nur aus 4 Bauelementen. Bild 28 faßt Lochplatte, Bestückungsplan und Verdrahtungsseite zusammen. Für den Widerstand sind nur dann andere Werte (zwischen etwa 4,7 kOhm und 470 Ohm) erforderlich, wenn Lautstärke und Tonhöhe nicht befriedigen. Der Stromverbrauch sollte einmalig kontrolliert werden. Man bleibe möglichst unter 10 mA, um bei 4 V den Transistor nicht zu überlasten. Bis etwa 15 mA kann man dagegen mit einem LA 50 oder LA 100 gehen. Der Strom wird durch Batteriespannung und Basiswiderstand bestimmt: Kleinerer Widerstand und größere Spannung ergeben größeren Strom. Für Transistoren mit hoher Stromverstärkung sind größere Widerstände erforderlich.

4.2. Gehäuse der Nebenstelle

Hierfür kommt eine 250-cm³-Kühlschrankdose der obengenannten Kollektion in Frage. Bis auf 2 Löcher (6 mm) für die Buchsen im Behälter selbst wird nur der Deckel bearbeitet. 2 Lanco-Schalter nebeneinander erfordern einen Durchbruch entsprechend Bild 29. Dieser kann mit der Laubsäge ausgeschnitten werden. Weiter sind noch 4 Befestigungslöcher für die Schalter und die Schallaustrittsöffnungen für den Lautsprecher im Deckel vorzusehen. Auch dieser Deckel wird wieder mit der geschlossenen Randlinie nach innen („hermetischer Verschluß“) benutzt. Die Schallaustrittsöffnung kann selbstverständlich auch ganz ausgesägt und mit Stoff überzogen werden.
Auch dieses Gehäuse läßt sich ohne weiteres aus anderem Material (Holz, Blech, Hartpapier, PVC hart) herstellen. Die erforderlichen Innenmaße sind dann 45 mm × 70 mm × 102 mm.

4.3. Batteriehalter

Im Falle des Kühlschrankbehälters passen infolge seiner konischen Form 2 Stück 2-V-Akkus genau nebeneinander auf den Behälterboden. Übrigens ließe sich hier auch eine 4,5-V-Flachbatterie unterbringen. In der von der Hauptstelle her bekannten Weise drückt man (lt. Bild 30)

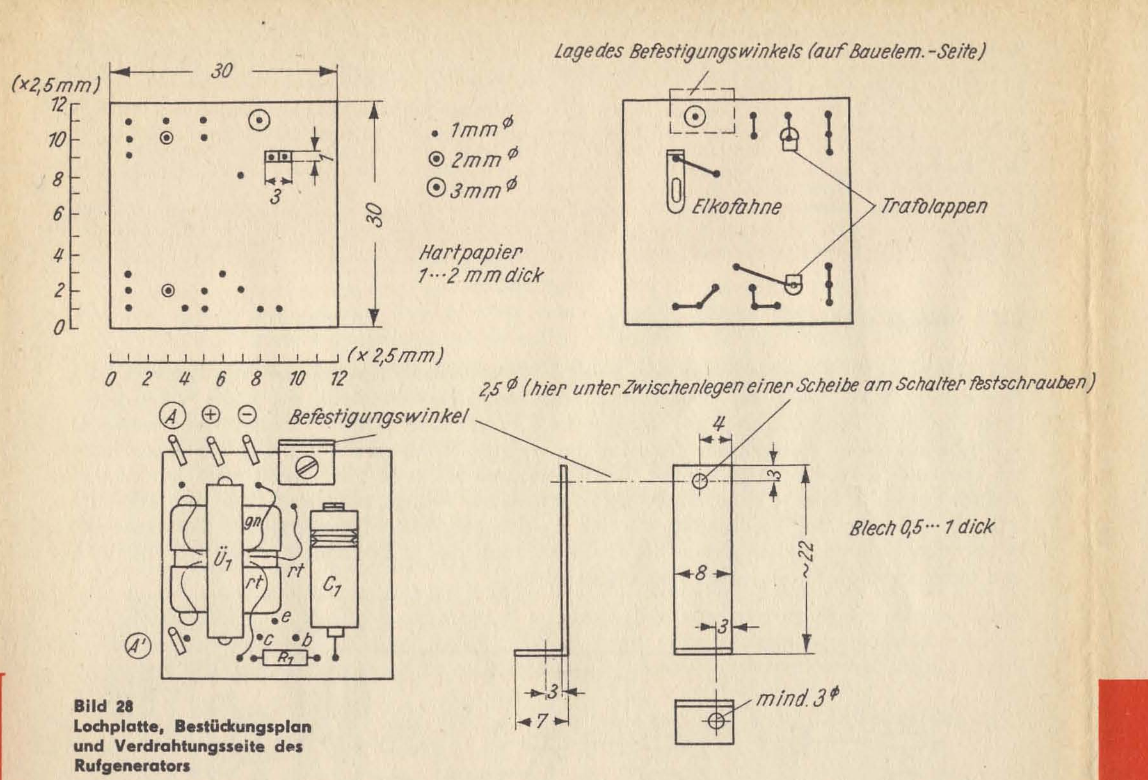


Bild 28
Lochplatte, Bestückungsplan und Verdrahtungsseite des Rufgenerators

3 Kontaktbleche mittels Lötkolben in die Gehäusewand und klebt ein Gegenlager für die Akkus in den Behälterboden. Ein U-Stück aus thermoplastischem Material bildet den einfachsten Rahmen für die Akkus. Natürlich ist auch ein angeschraubter Blechwinkel möglich.

4.4. Verbindungen

Die Gesamtschaltung der Nebenstelle einschließlich Diskret-Schaltung geht bereits aus Bild 13 hervor, die Anschlüsse des Rufgenerators findet man nochmals in Bild 28. Die Schalter sind entsprechend Bild 13 zu verdrahten. Diodenpolung einhalten! Die Schraubanschlüsse der Schalter zu benutzen ist nicht notwendig, da sich die Kontakte gut löten lassen. Dafür wird an dem (von hinten gesehen) rechten unteren Schraubanschluß der Blechwinkel für die Rufgeneratorplatte befestigt.
Auch für den Deckel der Nebenstelle empfiehlt sich ein Winkel oder Schraubbolzen, der ihn am Gehäuse festhält.

5. Tastenwähler für mehrere Nebenstellen

Der größte Neumann-Schalter, der MT 10, paßt genau in den 2000-cm³-Behälter der obengenannten Kühlschrankkollektion. Es bleibt dann noch ausreichend Platz für eine größere Batterie aus Monozellen und in Spezialfällen ließe sich mit einem zusätzlichen MT 4 bei etwas Geschick sogar die größte der genannten Anlagen (8 Teilnehmer, Telefon-Mithörverstärker, weitere Ein-Richtungs-Verbindung) vollständig unterbringen.
Ein den meisten Fällen gerecht werdender Kompromiß besteht aber in einem zusätzlichen 6-Tastenwähler (MT 6) zur Hauptstelle, den man in einem zweiten 750-cm³-Gehäuse, also in der Größe der Hauptstelle, befestigt. Sägt man die Befestigungslaschen ab und bringt statt dessen seitlich im Träger Gewindelöcher an, so ist sogar noch ein MT 7 möglich. Dieses Gehäuse erhält rückseitig so viele Buchsenpaare, wie Teilnehmerleitungen ankommen. Am Deckel können 2 Steckerpaare in der gleichen Lage angebracht werden, in der die Hauptstelle ihre Buchsen-

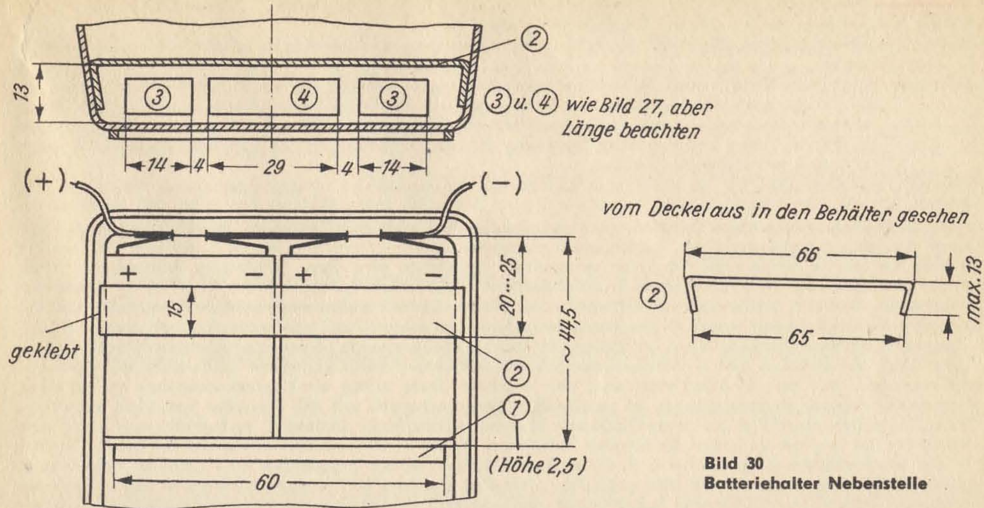


Bild 30
Batteriehalter Nebenstelle

paare trägt. Der Nebenstellenzusatz läßt sich dann einfach hinten an die Hauptstelle anstecken. Aus Stabilitätsgründen ist an einer freien Stelle weiter oben noch ein Blindstecker zu empfehlen.
Auch der Deckel des Zusatzes wird zweckmäßig durch eine Schraube über Winkel oder Bolzen mit dem Behälter verbunden.

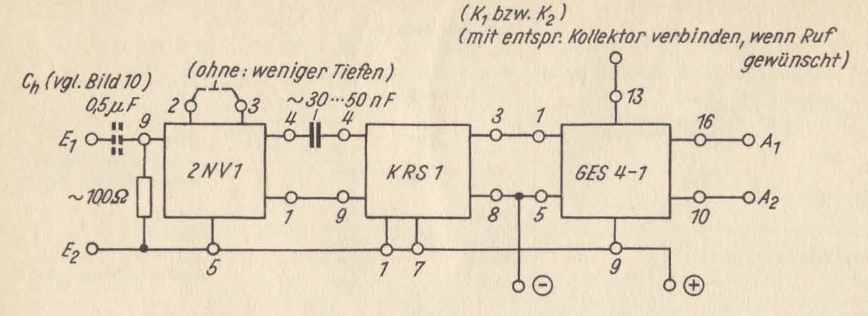
6. Realisierung mit Baugruppen

6.1. Allgemeines

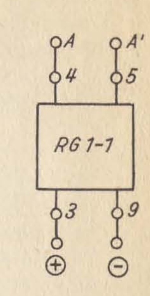
Der vorliegende Bauplan wird beim Käufer oft am Anfang seiner Beschäftigung mit der Elektrotechnik stehen. Will er weiter in diese Technik eindringen, so muß er sich jedoch darüber klar werden, daß der beschriebene Lösungsweg industriell überholt ist. Die moderne elektronische Industrie wird in wenigen Jahren nicht mehr in Bauelementen denken, sondern geht immer stärker zur Baugruppentechnik über. Sie baut auch nicht auf Lochplatten, sondern auf Leiterplatten (gedruckte Schaltung! Die Lochplatte ist allerdings dazu eine für den Amateur brauchbare Vorstufe).
Aber auch in der privaten Sphäre bringt die Baugruppentechnik Vorteile. Einmal lernt man das Modernste kennen und gewöhnt sich rechtzeitig daran, zum anderen aber bieten Baugruppen, vor allem steckbare, bei niedrig bleibendem finanziellem Aufwand sehr viel mehr Möglichkeiten als der immer wiederkehrende Aufbau im Grunde sich nur wenig voneinander unterscheidender Schaltungen. Das zeigt sich schon beim Vergleich mit dem ersten Bauplan dieser Reihe. Der VEB Meßelektronik Berlin trug diesen Tendenzen mit seinem auf Vorschlag des Verfassers entstandenen Konsumgüterprogramm „Amateur-Elektronik" Rechnung, das seit mehr als einem Jahr gefertigt wird und seine Bewährungsprobe bestanden hat. Es folgt daher jetzt die Anleitung für den Aufbau der beschriebenen Anlage in Baugruppentechnik. Schaltungseinzelheiten der Baugruppen lassen sich den ihnen beiliegenden Beschreibungen entnehmen. Daher enthält Bild 31 nur die Blockschaltungen. Die Ziffern bezeichnen die Stecker der einzelnen Baugruppen. Die Gruppen werden als Bausätze mit allem notwendigen Zubehör (vor allem auch Leiterplatten und Kleinsteckverbindungen) in Perfolbeuteln gehandelt und müssen einmalig zusammengesetzt werden. Sie sind dann steckbar und für die verschiedensten Zwecke zeitlich nacheinander zu verwenden, da die Steckverbindungen billig auch einzeln erhältlich sind.
Der Deutsche Militärverlag hat etwa 20 Anwendungsbeispiele zusammen mit der ausführlichen Behandlung dieser Baugruppen in der Reihe „Der praktische Funkamateur" herausgebracht (Heft 41) und auch bereits mit der Anwendung der gedruckten Schaltung im allgemeinen vertraut gemacht (s. Literaturzusammenstellung!). Von den 4 im Originalbauplan Nr. 1 verwendeten Baugruppen sind im „Dialog" 3 Stück wiederverwendbar. Eine vierte kommt neu hinzu.

6.2. Aufbau

Der Schaltungsaufwand reduziert sich auf das einfache Verdrahten von 4 Federleisten, die von einer Hartpapierplatte gleicher Maße wie die Lochplatte getragen werden (s. Bild 32, das auch die Lage der Federleisten zeigt). Die den Beuteln beiliegenden Federleisten werden mit 1-mm-Kupferdraht angeklammert oder mit 0,5-mm-Pappezwischenlagen nach Anrauhen mit Alleskleber von unten gegen die Platte geklebt. In der Nebenstelle benötigt

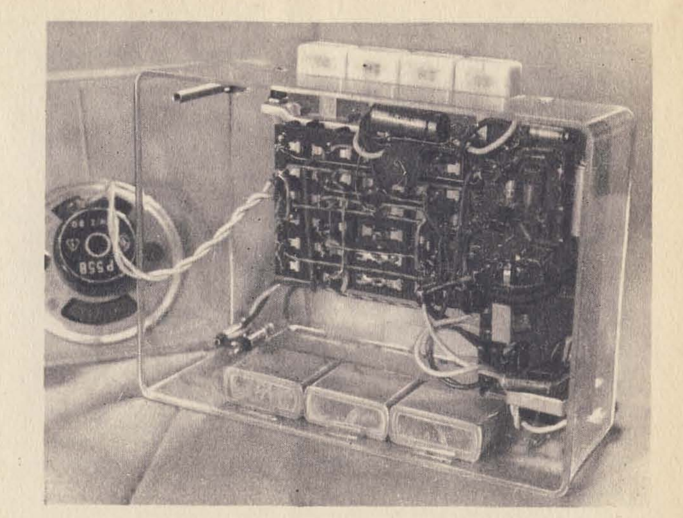


Verstärker Hauptstelle (vgl. Bild 9)
(in Verbindung z.B. mit Bild 15 wird daraus die Hauptstelle)

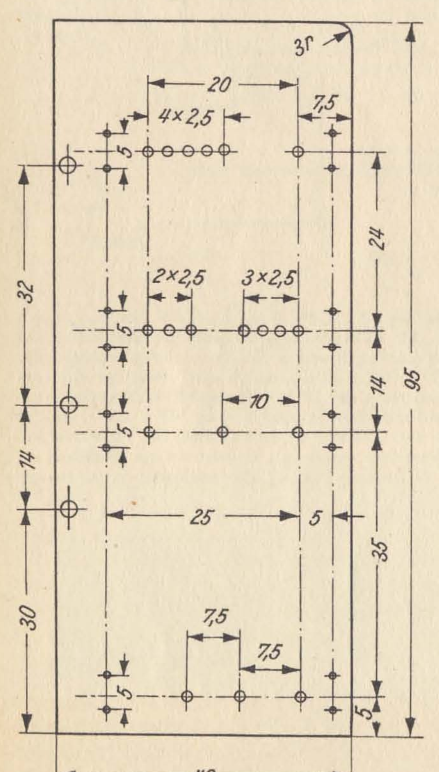


Rufgenerator Nebenstelle (vgl. Bild 13)
(in Verbindung mit der Schaltung außerhalb ⌜⌟ wird daraus die Nebenstelle)

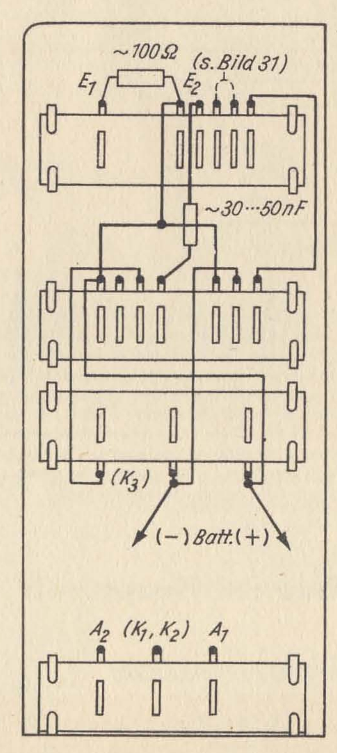
Bild 31
Blockschaltungen für Haupt- und Nebenstelle in Baugruppentechnik (Schalterverdrahtung wie vorher)



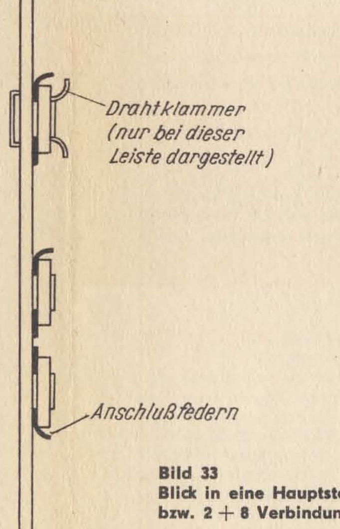
Baugruppenseite



Federleistenseite



Seitenansicht
(ohne Verdrahtung)



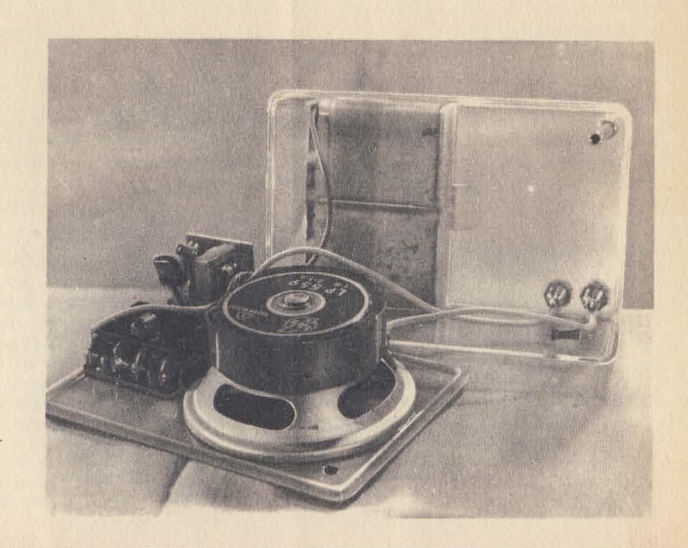


Bild 33
Blick in eine Hauptstelle für 2 bzw. 2 + 8 Verbindungen

Bild 34
Blick in eine Nebenstelle

1 ⌀ (für Drahtklammern)
1,6 … 1,8 ⌀ (Durchgangslöcher für Steckerstifte)
~3 ⌀ (vgl. Bild 21)

Bild 32
Trägerplatte in der Hauptstelle bei Verwendung steckbarer Baugruppen

man nur die Federleiste, die unterhalb der Schalter mit etwa 5 mm langen Abstandsbolzen und kleinen Holzschrauben (2 mm × 10 mm; in die freien 1,3-mm-Löcher der Federleiste einführen!) befestigt wird.
Ein großer Vorteil der Baugruppen liegt in den optimal aufeinander abgestimmten Bauelementen; Endstufenpärchen und Ruhestrom machen also keine Sorgen. Mit dem RG 1-1 schließlich wird ein fertiger, speziell für Wechselsprechanlagen erprobter Bausatz geboten, der auch in der Nebenstelle sichere Funktion ohne langes Probieren garantiert.
Der übrige Aufbau der Anlage bleibt der gleiche. Wird von den steckbaren Baugruppen Gebrauch gemacht, so kann der Verstärker der Hauptstelle also auch zu anderen Zeiten in einem Taschenradio (vgl. Originalbauplan Nr. 1), in einem Plattenspieler-Verstärker o. ä. eingesetzt werden. Wenige Griffe genügen, und die Steckverbindungen der nächsten Anlage nehmen die Baugruppen der vorhergehenden auf; das neue Gerät aber ist sofort betriebsbereit. Der an die speziellen Gehäuse gebundene Wert (Lautsprecher, Tastensatz o. a.) liegt wesentlich niedriger als der mehrfach verwendbare steckbare Teil (die Baugruppen). Diese Argumente sprechen trotz gewisser Preisunterschiede in sehr vielen Fällen für die Anwendung der Baugruppen.

7. Zusammenfassung der verwendeten Materialien

Um die „Grundlinie" des Bauplanes beizubehalten, bezieht sich diese Aufstellung auf den konkreter Fall „Hauptstelle für 2 (bzw. über Wählertastatur 8 + 2 Ein-Richtungs-Verbindungen) Nebenstellen". Den Materialien für die Hauptstelle (7.1.) folgen die für eine Nebenstelle (7.2.); bereits in 7.1. genannte Positionen ohne detaillierte Kennzeichnung. Die Aufstellung wird ergänzt durch das für den Anschluß weiterer Nebenstellen (über 2 hinaus) in der Hauptstelle benötigte Zusatzmaterial (7.3.). Der Aufwand in 7.2. ist mit der nach 7.3. gewünschten Teilnehmerzahl zu multiplizieren.
Schließlich folgt der Materialbedarf für die Anwendung der Baugruppentechnik (7.4.).

7.1. Hauptstelle für 2 (bzw. 8 + 2) Nebenstellen

		ges. Richtpreis (auf- bzw. abgerund.)
T 1 bis 5	Transistoren LA 25, 30 oder 50, davon 1 Pärchen (3,00, 4,50 bzw. 4,00 DM)	20,00 DM
Ü 1	Übertrager K 20 („Sternchen"-Trafo, Treiber)	6,00 DM
Ü 2	Übertrager K 21 („Sternchen"-Ausgangstrafo)	7,00 DM
C 1, C 3, C 5	Elektrolyt-Kondensator 4 μF, 6/8 V, Best.-Nr. 41332 von Tonmechanik, oder 5 μF, 6/8 V, TGL 9087	4,00 DM
C 4	Elektrolyt-Kondensator 20, 50 oder 100 μF wie oben	2,00 DM
C 2, C 6	Papier-Kondensator 0,01 μF („Duroplast" oder „Gewaplast", 63 oder 125 V), C 2 bis 0,033 μF	1,00 DM
R 1 bis R 10	Widerstände $^1/_{20}$ (notf. $^1/_{10}$ bzw. $^1/_8$ W), WBN Teltow (Werte s. Schaltung)	2,00 DM
R 6	Knopfpotentiometer 50 kOhm ohne Schalter (VEB Elrado Dorfhain)	3,50 DM
	1 Tastensatz MT 4 der Fa. Neumann (oder MT 5)*	6,00 DM
Lspr.	Lautsprecher LP 558 („Sternchen"-Lautsprecher)	10,00 DM
Batt.	3 Kleinakkus RZP 2 (VEB Elektrotechnik Sonneberg)**	3,50 DM
Bu	4 Telefonbuchsen	1,00 DM
St	2 UKW-Flachbandstecker (oder 4 Bananenstecker)	1,00 DM
(S	Schiebeschalter Nr. 760, 761 oder 762 (Lanco Ruhla)	1,50 DM)
	1 Frischhaltedose „Immerfrisch", mittl. Größe (750 cm³), VEB Formplast Sohland, Kr. Bautzen	1,50 DM
		70,00 DM

Dazu 3 Senkschrauben M 3 (etwa 15 mm lang), 2 Muttern M 3, 2 Abstandsrollen 10 mm lang, 1 Blechstreifen (lötbar) 10 mm × 100 mm, 1 Hartpapierplatte 40 mm × 95 mm (1,5 mm oder 2 mm dick), Schaltdraht, Isolierschlauch, Litze, Duosan o. ä., 1 Befestigungswinkel oder Gewindebolzen (etwa 50 mm lang).

7.2. Zusatz für mehrere Nebenstellen

	ges. Richtpreis (auf- bzw. abgerund.)
1 Tastenschalter MT 6 (oder MT 7)	10,00 DM
1 Frischhaltedose 750 cm³	1,50 DM
12 (bzw. 14) Telefonbuchsen	3,00 DM
6 (bzw. 7) UKW-Flachbandstecker	3,00 DM
	17,50 DM

* Notf. 1 Koffer-Tastenschalter Typ 0642.204–00004 vom VEB Elektrotechnik Eisenach, besser aber 1 Schiebetastensatz B 4, TGL 64-2035.
** Inzwischen preisgesenkt auf 0,90 DM/Stück.

7.3. Nebenstelle mit Diskret-Schaltung

		ges. Richtpreis (auf- bzw. abgerund.)
T 1	Transistor LA 50 oder 100 (notfalls LA 30)	4,00 DM
Ü 1	Übertrager K 21	7,00 DM
C 1	Elektrolyt-Kondensator 4 oder 5 μF, 6/8 V	1,20 DM
R 1	Widerstand etwa 1 kOhm, $^1/_{20}$ oder $^1/_{10}$ ($^1/_8$) W	0,20 DM
S 1, S 2	Schiebe-Umschalter Nr. 760 U oder 761 U (Lanco)	2,80 DM
Batt.	2 Kleinakkus RZP 2	2,30 DM
Lspr.	Lautsprecher LP 558	10,00 DM
Gr	Flächengleichrichter OY 100, 110 o. ä.	2,00 DM
Bu	2 Telefonbuchsen	0,50 DM
St	1 UKW-Flachbandstecker	0,50 DM
	1 Frischhaltedose 250 cm³	0,50 DM
		31,00 DM

Dazu 4 Senkschrauben M 3, 10 mm lang, 4 Muttern M 3, (2 Holz-Senkschrauben 2 mm × 10 mm), 1 Hartpapierplatte etwa 30 mm × 30 mm, Blechstreifen 10 mm × 65 mm (lötbar), Schaltdraht, Isolierschlauch, Litze, Duosan o. ä., 1 Befestigungswinkel oder Gewindebolzen, etwa 40 mm lang.

7.4. Baugruppenvariante

Es bleiben von 7.1. die Materialien ab Tastensatz und von 7.2. ab Schiebe-Umschalter. Wurde bereits Bauplan Nr. 1 mit Baugruppen nachgebaut, so werden von dort einfach übernommen
2 NV 1 (zweistufiger Niederfrequenz-Verstärker)
KRS 1 (kombiniertes Regel- und Siebglied)
GES 4–1 (Gegentakt-Endstufe mit Treiber),
sämtlich vom VEB Meßelektronik Berlin.
Das spart bereits etwa 40,– DM und einige Arbeit.
In der Nebenstelle wird der
RG 1–1 (Rufgenerator) statt der Teile bis einschl. Widerstand benutzt. Die Bausätze sind in den RFT-Industrieläden (z. B. Berlin und Dresden), über die Firmen „Lipsia" (Leipzig), „Radio-Quelle" (Dresden), „Funkamateur" (Konsum Dresden-Nord) und andere Handelsorgane zu beziehen.

8. Literatur zum Thema

Schubert, K. H.: Das große Radiobastelbuch
Fischer, H. J.: Transistortechnik für den Funkamateur
Morgenroth: Funktechnische Bauelemente, Teil I und III, Heft 23 und 37 der Reihe „Der praktische Funkamateur"
Schlenzig, K.: Gedruckte Schaltungen, Teil I bis III, Heft 26, 31 und 41 der Reihe „Der praktische Funkamateur"
Monatszeitschrift „funkamateur"
Sämtliche Literatur erschienen im Deutschen Militärverlag
Schlenzig, K.: Bauanleitung und Nebenstellenzusatz für eine Wechselsprechanlage, In: „radio und fernsehen" 11 (1961), Heft 3 und 16

1. bis 20. Tausend · Redaktionsschluß: 12. März 1964 · Deutscher Militärverlag, Berlin 1964 · Lizenz-Nr. 5 · Zeichnungen: Erich Böhm · Lektor: Sonja Topolov · Korrektor: Elfriede Sell · Hersteller: Günter Hennersdorf · Gesamtherstellung: Sachsendruck Plauen · Preis: 1,– DM